COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 JANVIER 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation du décret par lequel le Président de la République approuve l'élection faite par l'Académie de M. *Haton de la Goupillière*, à la place d'Académicien libre devenue vacante par suite du décès de M. *de la Gournerie*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Haton de la Goupillière** prend place parmi ses Confrères.

PHYSIQUE. — *Étude spectrale du groupe de raies telluriques nommé α par Angström.* Note de M. **A. Cornu**.

« La continuation de mes études sur les raies telluriques des régions les plus lumineuses du spectre solaire m'a conduit naturellement à examiner en détail le groupe α, découvert par Brewster, situé dans l'orangé,

entre les raies C et D de Fraunhofer. Ce groupe, d'apparence complexe ([1]), mérite une attention toute spéciale; d'abord il devient extrêmement intense lorsque le Soleil s'approche de l'horizon, ce qui dénote dans l'atmosphère terrestre la présence d'un élément doué d'un pouvoir absorbant considérable et dont l'étude s'impose nécessairement. Angström a depuis longtemps reconnu que la substance absorbante qui le produit n'est pas la vapeur d'eau, car il persiste aux plus grands froids des hivers de Suède. En second lieu, ce groupe, bien que situé dans une région déjà assez sombre, reste très visible, même avec une forte dispersion, lorsque le Soleil atteint l'horizon : l'étude peut donc en être suivie à toute époque de la journée.

» L'Atlas d'Angström est malheureusement assez incomplet dans cette région : il a donc fallu commencer par refaire la carte de ce groupe en adoptant une échelle quatre ou cinq fois plus grande. Les premières journées d'observation (août et septembre 1883, Courtenay, Loiret) se passèrent à relever les raies visibles et à noter leurs variations relatives avec la hauteur du Soleil. Comme mes devanciers, je ne vis d'abord qu'un amas complexe de lignes sombres, distribuées irrégulièrement comme les raies telluriques voisines de D; mais de cette confusion sortit tout à coup une régularité singulière lorsque je parvins à démêler avec certitude les diverses espèces de raies qui se superposent dans ce groupe et qui appartiennent au moins à trois catégories distinctes. Il n'est peut-être pas sans intérêt d'indiquer brièvement la marche suivie pour atteindre ce résultat.

1° *Raies d'origine solaire.* — Avec le réseau Rutherfurd dont je faisais d'abord usage (*Comptes rendus*, t. XCV, p. 801), la distinction des raies telluriques d'avec les raies solaires se faisait par la considération des intensités relatives à diverses hauteurs du Soleil. Cette détermination est extrêmement longue et pénible : elle exige des séries d'observations de plusieurs heures faites dans des conditions météorologiques à peu près constantes, et les résultats ne sont décisifs que si les raies à comparer sont voisines comme distance et comme intensité. Ayant reçu de M. le professeur Rowland un magnifique réseau sur métal que l'Université John Hopkins de Baltimore a gracieusement offert à l'Ecole Polytechnique, j'essayai une méthode permettant d'abréger le travail et de déterminer, à la simple inspection, les raies d'origine solaire. Grâce à la dispersion des spectres, à

([1]) Voir *Madeira spectroscopic*, par M. C. Piazzi Smyth, et l'Atlas de M. Fiévez.

l'intensité et à la perfection des images de cet admirable réseau [1], la réussite a été complète.

» Le principe de la méthode est le déplacement des raies dans le spectre de la lumière émise par une source en mouvement absolu ou relatif, principe énoncé pour la première fois en 1849 par notre illustre Confrère M. Fizeau, dans un Mémoire rectifiant les idées de Doppler. Ce déplacement des raies spectrales a été depuis considéré bien des fois par divers spectroscopistes (Secchi, Huggins, Zöllner, etc.), mais c'est à M. Thollon qu'on doit l'expérience où le déplacement dû à la rotation du Soleil a été mis hors de doute : l'artifice très élégant, imaginé par M. Thollon, consiste à comparer à des raies telluriques fixes les raies solaires, qui se déplacent suivant qu'on prend comme source l'une ou l'autre extrémité de l'équateur solaire (*Comptes rendus*, t. XCI, p. 369). Par cette observation différentielle l'auteur s'est mis à l'abri des effets de parallaxes auxquels les dispositifs employés jusqu'ici à ces mesures peuvent donner lieu.

» L'analyse des conditions optiques de la formation des images m'a permis de faire faire à la question un pas de plus et de rendre absolue l'observation relative que M. Thollon a si bien utilisée à la démonstration du principe de M. Fizeau.

» Voici comment on doit opérer : on projette sur la fente du collimateur l'image très petite du disque solaire produite par une lentille achromatique de $0^m,10$ à $0^m,12$ de distance focale : on fait *osciller rapidement* (deux à trois fois par seconde) la lentille, de manière à amener alternativement les deux bords du disque tangentiellement au même point de la fente. On voit alors les raies d'origine solaire osciller comme la lentille, tandis que les raies telluriques restent fixes : les grains de poussière dont le fil horizontal du réticule est toujours parsemé servent de repères très commodes. L'amplitude de ce balancement des raies mobiles est d'autant plus grande que la direction de l'équateur solaire est plus près d'être normale à la fente ; mais, grâce à l'oscillation rapide qu'on donne à l'image, le balancement est si net qu'il est reconnaissable à peu près dans toutes les orientations de l'équateur solaire. Au moindre balancement, il se produit même

---

[1] La surface striée ne mesure pas moins de $0^m,06$ (longueur des traits) sur $0^m,08$ de largeur : la distance constante des traits est égale à $0^{mm},001760$. L'appareil d'observation se compose d'un collimateur de $1^m,18$ de longueur focale ($0^m,090$ d'ouverture) et d'une unette de $1^m,40$ (0,105 d'ouverture) : l'angle des angles optiques est fixe (environ 42°) de manière à observer le deuxième spectre sous une incidence presque normale.

une singulière illusion : les raies mobiles paraissent se détacher en relief et osciller en avant du plan des raies fixes.

» L'emploi d'une très petite image solaire en oscillation rapide (¹) constitue déjà un perfectionnement notable à la méthode ordinairement employée; mais il reste à indiquer les conditions que doivent remplir les appareils, conditions sans lesquelles le phénomène perd sa netteté et se réduit à l'apparence différentielle de M. Thollon, au lieu d'offrir le phénomène absolu qu'il importe d'obtenir.

» La première condition est bien connue : le plan de l'image du disque solaire doit coïncider exactement avec la fente du collimateur; mais la seconde est non seulement négligée dans les spectroscopes, mais elle est même parfois rejetée comme défavorable à la beauté des images.

Cette condition est l'*aplanétisme* de l'image spectrale : elle consiste à faire coïncider, dans le plan du réticule de la lunette d'observation, les foyers des deux systèmes rectangulaires de lignes qu'on peut apercevoir dans le champ, à savoir les raies spectrales et les stries transversales causées par les défauts de la fente du collimateur (²). On reconnaît aisément que, si ces condi-

---

(¹) Le balancement des raies est tellement favorable qu'il rend visible des déplacements qui passeraient inaperçus sans cet artifice : on s'en convainc en opérant *statiquement;* à cet effet, on interpose entre la fente et la lentille collectrice un prisme biréfringent qui permet de rendre tangents normalement à la fente les deux bords opposés du disque solaire. Les raies telluriques restent rectilignes, les raies solaires sont inclinées et brisées. La brisure qui caractérise la double déviation n'est bien nette que lorsque l'orientation du disque solaire est voisine du maximum d'effet. Il est juste d'ajouter que ce mode opératoire diminue au moins de moitié l'intensité générale du champ de vision.

Néanmoins c'est celui qu'on doit appliquer à la distinction des raies telluriques et solaires par la *photographie* dans les régions infra-rouge ou ultra-violette. Il est alors utile d'employer le dispositif bien connu du prisme à réflexion totale pour orienter l'équateur solaire dans la direction la plus favorable, c'est-à-dire parallèlement à la fente du collimateur. Des essais préliminaires m'ont prouvé qu'on ne saurait trop s'attacher à réaliser la rigueur des conditions focales dont il est ici question pour obtenir sur les clichés des résultats probants.

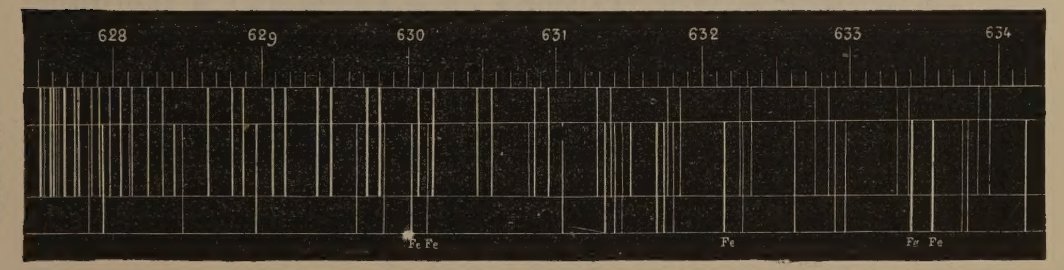
(²) Dans le Mémoire détaillé, je donnerai la manière de corriger les spectroscopes de cette erreur d'aplanétisme, erreur généralement considérée comme avantageuse (comme dans les réseaux concaves), parce qu'elle débarrasse le champ de vision des stries horizontales à peu près inévitables.

Il suffira de dire ici que cette correction s'obtient très aisément avec les réseaux, sans lentille auxiliaire, par la variation méthodique du tirage du collimateur et l'observation séparée des foyers des deux espèces de raies : les stries horizontales suivent la loi ordinaire des foyers conjugués, comme si le réseau n'existait pas; les raies spectrales sont soumises à une loi

tions sont remplies, le déplacement des faisceaux concentrés exactement dans le plan de la fente par la lentille collective est sans influence sur la position des raies spectrales, quelle que soit la loi de variation des intensités successives des faisceaux ; tandis que, dans le cas contraire, il peut se produire un déplacement anormal, ou *parallaxe* des images : de là l'impossibilité d'obtenir la fixité absolue des raies telluriques lors du balancement de la lentille collectrice. C'est probablement faute d'avoir eu égard à cette seconde condition que l'on n'a pas jusqu'ici obtenu cette fixité parfaite nécessaire à la rigueur des résultats. Lorsque les plans de toutes les images focales remplissent bien la condition de coïncidence indiquée ci-dessus, la distinction des raies solaires et telluriques devient immédiate : on interroge, en quelque sorte individuellement, chaque raie; elle répond, par sa fixité qu'elle est d'origine terrestre, par son balancement qu'elle est d'origine solaire.

» La figure ci-après met en évidence les principales raies métalliques du groupe α (raies prolongées vers le bas) : presque toutes sont comparables en intensité aux raies telluriques voisines, ce qui produit la complexité apparente du premier abord. L'examen attentif de ces raies métalliques,

GROUPE TELLURIQUE α (ANGSTRÖM).



(L'échelle est double de celle de l'Atlas d'Angström.

LÉGENDE.

m, raies d'absorption de l'atmosphère sèche (raies du spectre complet prolongées vers le haut), le Soleil étant à quelques degrés de l'horizon ;

n, spectre complet;

p, raies d'origine solaire (raies du spectre complet prolongées par le bas).

Les raies attribuées à la vapeur aqueuse sont celles qui ne sont prolongées ni vers le haut ni vers le bas.

---

différente, de sorte qu'il est toujours possible de déterminer le plan où les deux systèmes de foyers coïncident.

Avec les spectroscopes à prismes, la correction sans lentille auxiliaire est moins simple : on l'obtient par une rotation convenable des prismes relativement à la position du minimum de déviation

sous une grande dispersion, montre que leur aspect est tout autre qu'on ne le croit généralement. Parmi les plus fortes, quelques-unes (telles que $\lambda = 627,94$; $628,97$; $629,84$; $630,03$; $630,13$, etc.) paraissent grises, larges et estompées sur les bords, caractère ordinaire des bandes d'absorption à froid; au contraire, les raies telluriques sont nettes, comme tracées au tire-ligne, et d'un noir très accentué. Cette sorte d'interversion des caractères ordinaires apportait une difficulté de plus à l'étude de cette région et, sans la méthode du balancement des raies, il eût fallu bien du temps pour éviter les confusions ([1]).

» 2° *Raies dues à l'atmosphère sèche.* — Le départ des raies d'origine solaire étant effectué, les principales raies telluriques qui subsistent (raies prolongées vers le bas, figure ci-dessus) forment deux séries inégales de doubles raies dont l'aspect cannelé rappelle immédiatement celui des groupes telluriques A et B, si bien étudiés par M. Langley (*Proceedings of the American Academy*, 1878). Plus on examine ces trois groupes, plus l'analogie devient frappante; on retrouve, ligne pour ligne, les moindres détails de structure, si bien qu'on doit les considérer comme formant véritablement trois groupes harmoniques, analogues à ceux que présentent les spectres des éléments métalliques (doublets de l'aluminium, du calcium; triplets du magnésium, du zinc, du cadmium, etc.).

» Cette identité de structure conduit forcément à admettre que le groupe α est produit par le même élément absorbant que A et B : c'est ce que pensait Angström, d'après ses observations hivernales; l'étude ci-dessus en constitue une véritable démonstration. La conséquence qu'on en déduit est fort importante : d'après des expériences directes, M. Egoroff (*Comptes rendus*, t. XCVII, p. 555) a annoncé que les groupes A et B doivent être attribués à l'absorption par l'oxygène de l'air ([2]). Il faut en conclure que α

([1]) Le Mémoire de M. C. Piazzi Smyth, *Madeira spectroscopic*, en fournit une preuve : les deux Planches (IX et X) consacrées à la comparaison du groupe α aux grandes et aux faibles hauteurs du Soleil au-dessus de l'horizon présentent un relevé très détaillé de toutes es raies avec leurs intensités respectives dans les deux cas : malgré la variété et le nombre des observations qu'elles représentent, la distinction des raies telluriques n'a pas été assez frappante pour mettre en évidence la symétrie de leur répartition, de sorte que l'analogie du groupe α avec B et A paraît avoir complètement échappé à l'éminent astronome royal d'Écosse. Ces deux Planches (IX et X) reproduisent fidèlement l'aspect complexe que présente le groupe α lorsqu'on l'examine pour la première fois.

([2]) M. Piazzi Smyth (*Madeira spectroscopic*, p. 14) était, de son côté, arrivé à soupçonner ce résultat : « .... Je puis peut-être mentionner que j'ai récemment (novembre 1881)

est également dû à l'oxygène. Comme l'intensité des groupes A, B, α va en diminuant, on comprend comment l'auteur, ayant observé A d'abord, puis B, déjà très faible, n'a pu apercevoir α ([1]).

» 3° *Raies de la vapeur aqueuse.* — En dehors des raies solaires et de celles de la série précédente, on observe encore des raies qui prennent aux basses hauteurs du Soleil une intensité considérable; elles ont un aspect particulier qui les distinguerait à la rigueur des groupes précédents, mais leur caractère propre est de s'effacer presque entièrement lorsque l'atmosphère est froide et sèche : c'est ce que j'ai constaté définitivement le 24 janvier dernier, où le point de rosée s'est abaissé à — 3°, 2; dans le voisinage des raies D, les raies telluriques avaient presque disparu; il est donc naturel de les attribuer, comme les raies voisines de D, à l'absorption causée par la vapeur d'eau. Les principales d'entre elles sont indiquées sur la figure par des lignes qui ne sont prolongées ni vers le haut, ni vers le bas ($\lambda = 628,13$; $628,44$; $631,51$).

» Pour terminer, je ferai remarquer que la comparaison de ces diverses espèces de raies entre elles pourra conduire, ainsi que j'ai déjà eu l'occasion de l'exposer (*Journal de l'École Polytechnique,* LIIIe Cahier), à des résultats intéressant la Météorologie et l'Astronomie. Les raies du groupe α appartenant à l'atmosphère sèche auront l'avantage de présenter une échelle régulière d'intensité qui facilitera les mesures absolues.

» En résumé, la présente étude du groupe α a conduit d'abord à une méthode pratique pour distinguer à la simple inspection les raies d'origine

---

découvert une configuration des lignes du spectre de l'oxygène à basse température toutes différentes de celles de l'azote, mais ayant un grand air de famille avec les séries de lignes qu'on trouve dans ce mystérieux groupe α (*a strong family resemblance to the bandelets of lines in this mysterious α band*). » (*Trans. R. Soc. Edinburgh,* 1880-81.) Toutefois, dans le spectre de l'oxygène publié par l'auteur, il ne se trouve aucune raie coïncidant avec le groupe α.

([1]) Les inverses des longueurs d'onde, des lignes homologues dans les trois bandes A, B, α sont à fort peu près en progression arithmétique : on est ainsi amené à prévoir la position approximative d'autres bandes complétant une série plus étendue. Dans l'infra-rouge, la Carte publiée par M. W. de W. Abney (*Philosoph. Transactions of the Roy. Soc.,* 1880) montre en effet des groupes d'apparence très analogue; mais la définition des raies n'est pas assez parfaite pour qu'on puisse établir une concordance décisive.

Du côté du jaune, le calcul indique la possibilité d'une bande harmonique dans la position de la bande tellurique δ (Angström); cette bande subsiste en effet par les plus grands froids; mais le groupe est si complexe et les raies sont si faibles que je n'ai pu encore parvenir à les ramener au type ABα.

terrestre et celles d'origine solaire ; elle a permis ensuite d'établir la relation intime de ce groupe avec les bandes A et B de Fraunhofer ; enfin elle a pour conséquence d'attribuer ce groupe à l'absorption par l'oxygène de l'air. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Remarques sur la loi de Faraday et sur la loi découverte par M. Bouty*. Note de M. **Wurtz.**

« La loi découverte par M. Bouty, concernant la conductibilité des solutions salines très étendues, présente un lien avec la loi de Faraday, ainsi que M. Berthelot l'a fait remarquer. Notre confrère est d'avis que l'interprétation de ces lois devient plus obscure et plus compliquée lorsqu'on les exprime au moyen des poids atomiques. Je demande la permission de présenter une observation à ce sujet.

» Les différents chlorures soumis à l'action d'un même courant laissent déposer, au pôle négatif, des quantités de métaux équivalentes à 1 atome de chlore [1].

» Ainsi, pour 1 atome de chlore mis en liberté au pôle positif, les quantités de métaux déposés au pôle négatif dans l'électrolyse des chlorures $NaCl$, Cu^2Cl^2, $CuCl^2$, $BiCl^3$, $SnCl^4$, Fe^2Cl^6 sont Na, $\frac{Cu^2}{2}$, $\frac{Cu}{2}$, $\frac{Bi}{3}$, $\frac{Sn}{4}$, $\frac{Fe^2}{6}$, et ces quantités sont strictement équivalentes, mais ne répondent nullement aux « équivalents » dans le cas des chlorures cuivreux, bismuthique, stannique, ferrique.

» De même, dans l'électrolyse des composés hydrogénés HCl, H^2O, H^3Az, pour 1 volume ou 1 atome d'hydrogène mis en liberté au pôle négatif, on recueillera au pôle positif 1 volume de chlore, $\frac{1}{2}$ volume d'oxygène, $\frac{1}{3}$ de volume d'azote [2]. Ces dernières quantités sont strictement équivalentes, et l'on ne saurait soutenir que $\frac{1}{3}$ de volume d'azote représente 1 « équivalent » d'azote.

» Il ne s'agit donc ici ni d'une question de poids atomiques, ni d'une question « d'équivalents » dans le sens attaché ordinairement à ce mot, mais d'une question de valence ou d'atomicité des éléments, ainsi que M. Salet [3] l'a établi dès 1867.

---

[1] Voir Ed. Becquerel, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XI, p. 162.

[2] A.-W. Hofmann, *Berichte der Deutschen Chem. Gesellschaft*, 1869, p. 244.

[3] *Laboratory*, 1867, p. 247, et *Jahresbericht*, 1867, p. 117.

» C'est cette notion de valence, précisée par la théorie atomique, qui s'est substituée à la notion ancienne des équivalents. Celle-ci ne simplifie nullement l'énoncé de la loi de Faraday, car on vient de rappeler que, dans le cas de l'électrolyse de l'ammoniaque, de certains chlorures et de tous les sels correspondants, les quantités d'hydrogène ou de métaux, mises en liberté au pôle négatif, ne répondent nullement aux équivalents adoptés.

» M. Bouty vient de démontrer que la résistance électrique des solutions salines est la même lorsque ces solutions renferment des quantités équivalentes de métal. Mais les chlorures qu'on vient d'indiquer ne renferment pas des quantités équivalentes de métal, et il y a lieu de croire que des *molécules*, si différentes par leur forme et leurs grandeurs relatives, opposeront au courant des résistances *moléculaires* différentes. On peut prévoir qu'il en serait de même pour la conductibilité *moléculaire* du nitrate, du sulfate, du phosphate et du pyrophosphate sodique

$$NaAzO^3,\ Na^2SO^4,\ Na^3PhO^4,\ Na^4Ph^2O^7. »$$

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les ondulations atmosphériques attribuées à l'éruption du Krakatoa et sur la tempête du samedi 26 janvier.* Note de M. C. **Wolf.**

« J'ai vérifié sur les courbes de l'enregistreur barométrique de M. Rédier, qui fonctionne à l'Observatoire, l'existence des accidents signalés par M. Renou, dans la dernière séance, et qu'il attribue, d'après M. Fœrster, à l'ébranlement atmosphérique produit le 27 août 1883 par les éruptions du volcan de Krakatoa. Ces accidents sont reproduits à Paris exactement tels que les a observés M. Renou au parc Saint-Maur. Sont-ils les mêmes qu'a observés M. Fœrster à Berlin, et ont-ils l'origine que leur a attribuée ce savant?

» Pour m'en assurer, voici comment j'ai conduit le calcul :

» Les deux ondes observées à Paris se sont produites le 27 (jour astronomique), l'une à $1^h 50^m$, l'autre à $16^h 20^m$, intervalle $14^h 30^m$. La différence des chemins parcourus suivant le grand cercle qui passe par Paris et Anjer par les deux ondes se propageant, l'une de l'est à l'ouest, l'autre en sens contraire, est $28503^{km} - 11497^{km} = 17006^{km}$: d'où l'on conclut une vitesse de propagation de 1173^{km} par heure.

» Il est très remarquable que la vitesse, ainsi déterminée indépendamment de toute hypothèse sur l'heure de l'ébranlement originel, soit presque exactement celle du son, 327^{km} par seconde.

» Pour parcourir à cette vitesse 11497^{km} d'une part et 28503^{km} de l'autre, les deux ondes ont dû employer, l'une $9^h 48^m$, l'autre $24^h 18^m$: d'où l'on déduit pour l'heure du phénomène, en temps de Paris $16^h 2^m$, et en temps d'Anjer $22^h 56^m$, à peu près 11^h du matin, le 27 civil.

» MM. Fœrster et Renou ont admis que l'onde principale s'était produite le 27, vers 7^h du matin, ou à peu près à minuit de Paris. D'après un résumé des rapports des capitaines de navire qui se trouvaient aux environs du Krakatoa à l'époque de son effondrement, publié par le journal anglais *Nature* (numéro du 10 janvier 1884), il ne paraît pas s'être produit de forte détonation avant 9^h ou 10^h du matin, mais seulement de sourds grondements. Je trouve cette phrase dans le Rapport du *Charles Ball* : « At $11^h 15^m$, » there was a dreadful explosion in the direction of Krakatoa, now over » thirty miles distant. » Cette heure coïncide assez bien avec celle que je déduis des maxima de la dépression barométrique.

» A la vitesse de 1173^{km} par heure, le tour de la Terre est fait en $33^h 56^m$. Les ondes auraient dû se reproduire, la première le 28, à $11^h 46^m$, la seconde, $14^h 30^m$ après, soit le 29 à $2^h 16^m$. Je ne retrouve aucun accident de la courbe barométrique à ces heures, mais seulement quelques ondulations le 28, à partir de minuit (le 29, 2^h du matin, M. Renou), et un petit ressaut brusque (élévation) le 29 à 3^h. L'intervalle est, cette fois, $13^h 50^m$.

» D'après l'examen des deux ondes principales du 27, il semble donc que nous nous trouvons réellement en présence d'un phénomène d'ébranlement atmosphérique, pouvant être attribué à une cause unique et se propageant avec la vitesse du son. Cependant, le problème ne me paraît pouvoir être résolu d'une façon complète que par de nombreuses comparaisons des heures d'observation des accidents si singuliers des courbes barométriques, faites par la méthode que j'ai indiquée. Ces courbes sont enregistrées aujourd'hui dans tous les points du globe et fourniront certainement des documents d'un grand intérêt pour l'importante question soulevée par M. Fœrster et M. Renou.

» Je mets sous les yeux de l'Académie l'enregistrement de la vitesse du vent et de sa direction, pendant la tempête de samedi dernier, obtenu à l'aide de l'enregistreur de M. Bourdon.

» Le vent, de direction à peu près constante, entre sud-sud-ouest et ouest-sud-ouest, a atteint sa vitesse maxima entre 9^h du soir et 1^h du matin ; cette vitesse s'élève au moins à 38^m par seconde, la roulette de l'enregis-

treur étant à bout de course. Le fait le plus singulier est l'arrêt brusque qui s'est produit vers 1^h du matin, où la vitesse est tombée tout d'un coup à 12^m.

» L'enregistreur Rédier montre que, de $10^h 40^m$ à minuit 25^m, le baromètre est resté à une hauteur constante de $731^{mm},4$, en baisse de 12^{mm} sur la pression de $1^h 30^m$; il s'est relevé rapidement jusqu'à minuit 45^m, puis plus lentement jusqu'à midi le dimanche.

» Le thermomètre a subi également un abaissement très rapide : le minimum était de $4°,2$ à 1^h, en baisse de $2°,5$ depuis $12^h 30^m$.

» La tempête avait été annoncée dès la veille par de grandes oscillations des courbes magnétiques, et en particulier de celle du déclinomètre. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les troubles physiques de ces derniers temps;* par M. **Faye.**

« On remarque depuis quelque temps de nombreux phénomènes exceptionnels, tels que l'effroyable explosion volcanique du Krakatoa, des ondes immenses qui parcourent la mer ou l'atmosphère en faisant le tour entier du globe, des lueurs et des colorations étranges dans le ciel, un mois de janvier qui ressemble au mois d'avril ordinaire pour la température, des oscillations étranges dans la fréquence des taches du Soleil dont le maximum semble ne pas pouvoir se produire, des dérangements non moins singuliers dans l'allure ordinaire de l'aiguille aimantée. Ce qui me frappe surtout, c'est que tous ces faits ont été prédits ou expliqués par des influences cosmiques; c'est à Jupiter, à Mars, aux essaims d'étoiles filantes qu'on les rapporte, et, comme les mouvements de ces astres sont bien connus et peuvent être calculés longtemps d'avance, il semble facile désormais de prévoir à très longue échéance les phénomènes géologiques, météorologiques, magnétiques et même solaires.

» Je crois néanmoins que cela ne doit pas nous empêcher de les enregistrer et de les étudier comme à l'ordinaire. C'est pourquoi je continuerai à communiquer à l'Académie ce que j'ai recueilli dans ces derniers temps.

» En ce qui touche la température exceptionnelle de cet hiver, je ferai remarquer que, d'après le *Times* du 19 janvier, on jouit, dans l'Amérique méridionale, d'une température estivale tout à fait extraordinaire. Il est rare, à Buenos-Ayres, qu'en été (décembre-janvier) la température dépasse

92° F. (33°,3) à l'ombre; elle a été, cette année, de 101° F. (38°,3). Le *Buenos-Ayres Standard* suppose que cette température sans précédents tient aux cinq petites comètes que notre célèbre Correspondant, M. Gould, est en train, dit-on, d'observer à Cordoba, capitale de la République Argentine. Vous voyez par là que les influences cosmiques n'ont pas moins de vogue sur l'hémisphère austral que sur le boréal. Il est bien vrai que la température de notre mois de janvier ne s'accorde pas très bien avec une prédiction toute récente qui nous avait annoncé un mois de janvier particulièrement rigoureux; mais avec les étoiles filantes il y a toujours moyen de s'arranger. Si donc on constatait une surélévation de température un peu générale à cette époque, ainsi que l'observation précédente semblerait le faire croire, il n'y aurait qu'à supposer que notre atmosphère a été envahie par un essaim de météores venant frapper la Terre avec une vitesse de 60 à 70^{km} par seconde, et à calculer la quantité de chaleur qui serait engendrée ainsi dans notre atmosphère par le choc de quelques kilogrammes de cette matière-là à l'état de diffusion cométaire.

» Voici, en second lieu, une observation de Soleil bleu, dans le Venezuela, qui m'a été communiquée par M. Haas. C'est, dit la *Revue de Carupano*, la première fois qu'on a vu pareille chose. Le dimanche 2 septembre, le Soleil, à son lever, était d'un très beau bleu : sa lumière était douce; on aurait dit celle de la Lune. Aucun nuage au ciel. A midi, le Soleil était plus brillant, mais toujours d'une couleur bleuâtre. Au couchant, on pouvait contempler le Soleil; autour de son disque on apercevait de nombreuses raies horizontales d'un bleu foncé sur fond de même teinte claire. A mesure que l'astre disparaissait, la teinte bleue est devenue grisâtre et, après le coucher complet, on vit une auréole splendide couleur de feu. Celle-ci a duré jusque vers les 8^h. Les nuages présentaient les diverses teintes de l'iris et produisaient un spectacle grandiose dans cette partie du ciel. Des phénomènes analogues ont été observés à Puerto-Cabello.

» Je présente, en outre, à l'Académie les courbes photographiées du baromètre à Montsouris, en date des 27 et 28 août. On lira plus loin la Note de M. Marié-Davy à ce sujet. Enfin voici une Lettre fort intéressante de M. R. Wolf sur la marche actuelle de la fréquence des taches solaires et des variations diverses de la boussole. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'époque du nouveau maximum des taches, d'après les données de M.* R. Wolf, *de Zurich;* par M. Faye.

« M. R. Wolf m'a prié de communiquer à l'Académie une Note sur la marche actuelle des taches solaires et me demande d'exprimer mon opinion à ce sujet. Voici d'abord la Lettre de mon savant correspondant :

« J'ai l'honneur de vous adresser — je pense qu'il vous intéressera, vous et l'Académie — le résultat de ma statistique solaire pour l'année passée, et j'y joins celle de l'année précédente

	1882.		1883.	
	Nombre relatif.	Jours sans taches.	Nombre relatif.	Jours sans taches.
Janvier	41,8	0	59,4	0
Février	68,8	0	45,5	1
Mars	66,7	0	43,3	1
Avril	97,0	0	83,0	0
Mai	63,9	0	30,1	1
Juin	45,5	0	77,9	0
Juillet	45,9	0	77,3	0
Août	42,7	0	46,0	0
Septembre	59,4	0	50,6	1
Octobre	53,9	0	83,1	0
Novembre	84,9	0	82,6	0
Décembre	40,5	0	75,3	0
Moyenne	59,3	0	62,8	4

» Il en résulte que la moyenne des nombres relatifs s'est encore un peu relevée dans l'année 1883, mais que la plus grande moyenne mensuelle appartient à l'année 1882, et que le nombre de jours sans taches (pour l'instrument normal) a été de quatre en 1883, vis-à-vis de zéro en 1882. J'ajoute la copie d'un diagramme qui représente la fréquence des taches de janvier 1877 à janvier 1884. La ligne noire correspond aux moyennes mensuelles ordinaires des nombres relatifs, la ligne rouge aux moyennes mensuelles compensées. On y voit que, depuis le minimum de 1878-1879, les deux lignes montent assez régulièrement jusqu'en avril 1882, c'est-à-dire jusqu'au moment où (voir mon travail de 1877) le maximum moyen devait entrer; mais que depuis ce temps-là il y a toute une suite de montées et de descentes (on les dirait occasionnées par des interférences), et qu'il n'y a pas moyen jusqu'à présent de déterminer, d'une manière sûre, le moment où le phénomène a passé ou passera le maximum, et *il est très intéressant que les variations magnétiques suivent les taches dans toutes leurs irrégularités.* Il va sans dire que ce sont justement ces irrégularités communes qui fournissent un témoignage irrécusable d'une intime relation entre les deux phénomènes, et l'on peut présumer (comme je l'ai dit dans le nº 60 de mes *Mittheilungen*, que j'ai envoyé dernièrement à vous et à l'Académie) que dans quelques années, lorsque

cette période anormale sera terminée, on fera un nouveau grand progrès dans la théorie de ces phénomènes compliqués et curieux. J'aimerais bien vivre jusqu'à cette époque, et réussir à couronner alors mes travaux de trente à quarante années. »

» D'après les moyennes annuelles, des nombres relatifs à la fréquence des taches, 59,3 en 1882 et 62,8 en 1883, il paraît tout d'abord que le maximum doive être reporté en 1883, et l'on vient de voir que M. Wolf lui-même doute qu'on puisse s'en tenir là. Évidemment cela l'inquiète et le préoccupe.

» Cependant le chiffre 97 au mois d'avril 1882 est si considérable que l'on est porté à le considérer comme le vrai maximum. C'est ce qui ressort d'une autre manière de grouper ces nombres, non par année, mais par semestre. On trouve alors pour les sommes :

1882.	Premier semestre	424
»	Deuxième semestre	327
1883.	Premier semestre	339
»	Deuxième semestre	415

» Il s'agit donc d'un maximum en avril 1882, suivi d'ondulations présentant, en 1883, deux maxima de 83,0 et 83,1, bien inférieurs à celui d'avril 1882. C'est ce qui peut fort bien arriver pour la marche d'un phénomène périodique qui passe, rapidement et sans hésitation, d'un minimum au maximum suivant, mais qui passe lentement, par une série d'oscillations secondaires, du maximum au minimum suivant. Telle est, en effet, l'allure bien connue des taches solaires.

» Ce qui confirme cette manière de voir, c'est l'autre face du phénomène. Schwabe a découvert la périodicité, non en comptant les taches, mais seulement le nombre de jours où le Soleil n'en présente aucune. A l'époque d'un maximum, il n'y a pas de jours sans taches. A partir de là, on voit apparaître çà et là quelques jours sans taches, mais en très petit nombre. Au minimum, au contraire, il arrive souvent que le disque solaire est entièrement blanc.

» Eh bien ! en 1882, d'un bout à l'autre de l'année, on n'a pas vu un seul jour le Soleil sans qu'il fût piqué de taches! L'année suivante, en 1883, les taches ont manqué à quatre jours différents. C'est un indice évident d'activité décroissante. Probablement le nombre des jours sans taches ira en augmentant un peu en 1884, pour croître ensuite bien plus rapidement en 1885, en 1886, en 1887, ..., jusqu'à l'époque du minimum. Il ne s'agit

donc pas ici d'un phénomène exceptionnel dans l'histoire de l'activité solaire. Du reste, nous saurons bientôt à quoi nous en tenir sur ce point.

» Quant à l'allure de l'aiguille aimantée, M. R. Wolf affirme qu'elle suit fidèlement celle des taches, même à cette époque où le maximum ne lui semble pas se dessiner avec netteté. S'il en est ainsi par toute la Terre, ce sera un argument vraiment décisif en faveur de l'opinion que les oscillations diurnes de la boussole sont régies par la fréquence des taches du Soleil. On ne comprend pas, il est vrai, qu'une telle dépendance puisse exister entre ces deux ordres de phénomènes, mais on n'est pas autorisé à nier ce qu'on ne comprend pas, par cela seul que la chose est incompréhensible. Cependant, on peut se demander si le fait est bien certain. Pour moi je conserve des doutes, et voici quelques-unes de mes raisons :

» En premier lieu, il y a contradiction frappante entre les conclusions des astronomes de Kew, qui ont démontré que les phases du mouvement de la boussole, vers 1850, *suivaient* celles des taches à cinq mois de distance, et les assertions d'autres astronomes qui ont cru au contraire constater tout récemment que l'influence des taches sur le magnétisme terrestre est immédiate.

» Or voici comment on pourrait lever cette contradiction. Supposons qu'aujourd'hui il y ait simultanéité purement accidentelle entre les deux phénomènes, et qu'il y ait entre leurs périodes une différence d'un mois environ, c'est-à-dire de $\frac{1}{130}$ de leur durée. A l'époque des observations de Carrington et de Kew, les maxima des taches auront dû avancer de trois ou quatre mois sur ceux de la boussole, et, il y a cent ans, à l'époque des observations capitales instituées par Cassini à l'Observatoire de Paris, cette avance aurait été de onze mois, ou d'une année presque entière. Or c'est ce qui a eu lieu réellement. Il suffit, pour s'en assurer, de jeter un coup d'œil sur les courbes des deux phénomènes vers 1787. Quant aux coïncidences de détail entre ces courbes à notre époque, je n'y attache pas une importance décisive, parce que les oscillations diurnes de l'aiguille sont soumises à toute sorte d'influence, purement terrestre, qu'il serait bien difficile de défalquer pour mettre en plein jour leur concordance supposée avec les taches solaires.

» Il n'en est pas moins vrai que, si j'avais tort de révoquer en doute cette concordance, si elle existait réellement, comme le croit M. Wolf dont l'autorité est si grande en ces matières, ce serait là le plus étonnant problème de la Science actuelle. »

TOPOGRAPHIE ET CARTOGRAPHIE. — *La Carte topographique régulière de l'Algérie* ; par M. **F. Perrier**.

« J'ai l'honneur de présenter et d'offrir à l'Académie, au nom de M. le Ministre de la Guerre, les douze premières feuilles de la Carte topographique régulière de l'Algérie, à l'échelle de $\frac{1}{50000}$.

» Cinquante feuilles de cette carte sont levées sur le terrain et les minutes des travaux exécutés par les officiers sont déjà entre les mains des dessinateurs et graveurs du Dépôt de la Guerre, pour être bientôt reproduites et livrées au public.

» La Carte entière comprendra, pour la région du Tell seulement, environ deux cents feuilles; elle paraîtra par livraisons de six feuilles chacune et sera terminée en dix ans. Je place sous les yeux de l'Académie les deux premières livraisons.

» C'est là une œuvre considérable, originale, qui s'accomplit sous ma direction et sur laquelle l'Académie me permettra d'appeler un instant sa bienveillante attention.

» L'idée de faire une Carte de l'Algérie est contemporaine de la conquête même. A peine installés à Alger, en 1830, les ingénieurs géographes du corps expéditionnaire mesurent, vers l'embouchure de l'Harrach, une base de 5016^{m} qui sert de côté de départ à la première triangulation du territoire d'Alger; en même temps, ils déterminent la latitude, la longitude et l'azimut d'une direction, d'abord à l'observatoire du Bureau topographique de la rue de la Fonderie, ensuite au phare même. Les années suivantes, attachés comme géodésiens topographes aux colonnes expéditionnaires et renforcés par des officiers d'Etat-Major, ils recoupent tous les points remarquables de la plaine de la Métidja, les crêtes du Sahel, celles du petit Atlas, et même quelques points des territoires de Milianah et de Médéah, levant à la boussole les territoires parcourus et ceux qu'on occupait d'une manière définitive, à mesure que les colonnes pénétraient ou prenaient racine dans l'intérieur des terres. La triangulation s'étendait ainsi de proche en proche, et, avec elle, les levés topographiques, à toute la province d'Alger.

» Des opérations analogues de triangulation et de levers sont exécutées, à partir de 1838, dans la province de Constantine et, à partir de 1844, dans la province d'Oran ; et ce n'est qu'en 1854 que les travaux exécutés dans les trois provinces se rejoignent entre eux.

» La triangulation s'étend alors d'une manière à peu près continue des frontières du Maroc à celles de la Tunisie; quoique bien imparfaite, elle permet cependant d'obtenir, avec une exactitude suffisante, les positions géographiques des principaux points de l'Algérie et de raccorder entre eux les levés ou itinéraires exécutés dans les trois provinces.

» A l'aide de cet ensemble de travaux accomplis dans des circonstances difficiles, et qui ne pouvaient, par cela même, remplir les conditions de haute précision requises dans des opérations régulières, le Dépôt de la Guerre a pu confectionner un certain nombre de Cartes qui ont été fort utiles aux officiers, aux voyageurs et aux ingénieurs et constituent encore à l'heure actuelle les seuls documents originaux sérieux que nous possédions sur la topographie du sol algérien.

» Les Cartes, toutefois, à peine terminées, étaient reconnues insuffisantes. L'occupation, en effet, était désormais devenue définitive, la colonisation s'implantait rapidement dans le Tell et jusque dans la région des Hauts-Plateaux; les travaux publics, routes, chemins de fer, ports, barrages, etc., prenaient une extension considérable et il devenait urgent, pour satisfaire aux légitimes exigences des divers services, de construire une carte topographique à grande échelle de la colonie.

» C'est en 1851 seulement que le Dépôt de la Guerre put songer à doter l'Algérie d'une Carte semblable à la Carte de France, formée par des levés réguliers et assise sur une triangulation de haute précision.

» J'ai déjà fait connaître à l'Académie l'ensemble des travaux géodésiques de premier ordre exécutés dans le Tell algérien : trois bases mesurées à Blidah (1854), à Bône (1866), à Oran (1867); une grande chaîne de cent triangles courant de l'ouest à l'est entre la Tunisie et le Maroc de 1859 à 1868; des positions géographiques fondamentales déterminées directement : à Alger (1874), à Bône et à Nemours, en 1876; tous les éléments de la chaîne, longueurs des côtés, altitudes des sommets, positions en longitude et latitude, calculés en partant d'Alger et vérifiés par des observations directes aux deux extrémités.

» Sur cette chaîne, considérée comme formant l'ossature géodésique du Tell algérien, est venue se greffer la triangulation secondaire, entreprise à partir de 1864, poussée activement jusqu'en 1870, puis interrompue et reprise après la guerre, qui s'exécute encore en ce moment même aux deux confins de l'Algérie, couvrant déjà d'un réseau continu de triangles les $\frac{4}{5}$ de la surface totale du Tell, et au cours de laquelle ont été recoupés les

points topographiques remarquables du sol, koubas, églises, fermes, pics, etc.

» Les premiers levés topographiques réguliers exécutés en Algérie remontent à l'année 1867. Continués pendant les années suivantes, ils furent brusquement interrompus en 1870, et ce n'est qu'en 1879 qu'ils ont pu être entrepris à nouveau, et cette fois d'après un plan systématique bien étudié, avec des moyens d'action, personnel et matériel, proportionnés à l'importance de l'œuvre à accomplir.

» Tous les ans, vers les premiers jours de novembre, soixante officiers, capitaines, lieutenants ou sous-lieutenants de toutes armes, sont convoqués à Paris, au Dépôt de la Guerre, pour y recevoir des instructions spéciales. Ils sont aussitôt répartis en *douze* brigades, à raison de cinq officiers par brigade et trois brigades par province. Chaque brigade est dirigée par un officier du grade de chef de bataillon ou capitaine. Un lieutenant-colonel est chargé de contrôler les opérations et de leur imprimer l'homogénéité qui est indispensable.

» Chaque officier reçoit une feuille de projection, sur laquelle sont tracés, par points, de décigrade en décigrade, les méridiens et les parallèles de la région qu'il doit lever, et c'est sur cette feuille qu'il place, à l'aide du compas de proportion, les points qui lui sont donnés par leurs coordonnées en latitude et longitude.

» La projection adoptée est la même que celle de la Carte de France, projection à développement conique du colonel Bonne (improprement appelé de Flamsteed modifié). C'est la projection véritablement française, que nous avons tenu à conserver et qui convient remarquablement à l'Algérie.

» En jetant les yeux sur une Carte générale de notre colonie, on voit que l'Algérie forme comme une bande relativement étroite, dont la profondeur maxima dans le sens nord-sud est de 400^{km} environ, entre les parallèles de 41^{Gr} et de 37^{Gr}, et qui s'étend au contraire dans le sens est-ouest sur une amplitude voisine de 13^{Gr}.

» Si donc on imagine le cône circonscrit à l'ellipsoïde terrestre le long du parallèle moyen de $\frac{41+37}{2}$ ou 39^{Gr}, la surface de ce cône se confondra très sensiblement, pour toute l'Algérie, avec celle de la Terre même et pourra être substituée à celle-ci pour être ensuite développée sur un plan. Ce parallèle de 39^{Gr} est le parallèle principal ou central de notre Carte et,

pour méridien principal, nous avons conservé le méridien de Paris qui coupe le massif du Djebel Chenoua à 13^{km} à l'est de Cherchell et à 66^{km} environ à l'ouest d'Alger, et qui peut aussi devenir un jour véritablement central, si la Carte est jamais prolongée vers l'occident.

» En adoptant les valeurs suivantes pour les dimensions de l'ellipsoïde terrestre (valeurs de Clarke), savoir

$$\tfrac{1}{2} \text{ grand axe } a = 6\,378\,253^{m},$$
$$\tfrac{1}{2} \text{ petit axe } b = 6\,356\,518^{m},$$

d'où

$$\text{aplatissement} = \frac{a - b}{a} = \alpha = \frac{1}{293,5},$$

on trouve pour le rayon du développement du cône circonscrit et tangent à la Terre le long du parallèle de 39^{Gr}, ou rayon principal de la Carte,

$$\mathrm{N} \cot \mathrm{L} = \mathrm{R} = 9\,585\,561^{m};$$

soit, à l'échelle de $\frac{1}{50\,000}$,

$$r = 191^{m},7.$$

» A l'aide des formules connues, on a calculé, de décigrade en décigrade, pour toute l'étendue de la Carte, c'est-à-dire 4^{Gr} en latitude et 7^{Gr} en longitude, les longueurs des arcs de méridiens et de parallèles, ainsi que des Tables qui permettent d'obtenir par interpolation les coordonnées rectangulaires, par rapport aux axes principaux (méridienne et perpendiculaire) des points géodésiques dont les longitudes et les latitudes sont connues. Ces Tables, analogues aux Tables de Plessis qui ont servi pour la Carte de France, constituent un travail considérable; elles seront prochainement publiées *in extenso*.

» Dans la Carte d'Algérie, les surfaces sont rigoureusement conservées; les longueurs ne subissent aucune altération dans le sens des parallèles, ni le long du méridien principal. Quant à la déformation ou altération des angles, elle est tout à fait insensible, même aux extrémités de la Carte, puisqu'au bord nord-est, où elle est maxima, elle ne dépasse pas 18′ centésimales (soit 9′43″ sexagésimales). Notre mode de développement est donc à peu près irréprochable, puisqu'il conserve à la fois les surfaces, les angles et par suite les longueurs, et qu'il pourra plus tard sans doute être maintenu, sans déformation appréciable, aux régions limitrophes du Ponant ou du Levant.

» Les levés sont exécutés sur le terrain à l'échelle de $\frac{1}{40000}$, pour être

ensuite réduits à l'échelle de $\frac{1}{50000}$ dans la rédaction et la publication de la Carte.

» Quand un terrain a été déjà l'objet de levés planimétriques antérieurs, exécutés par les services topographiques civils de la colonie, le topographe militaire reçoit à Paris une réduction au $\frac{1}{40000}$ de ces levés (cadastre, levés généraux, sénatus-consulte).

» Les levés du sénatus-consulte ne donnent que les grandes lignes de la planimétrie, les noms des tribus, douars, oueds, etc.; ils constituent un bon renseignement, mais trop inexact pour pouvoir être employé par les topographes. Au contraire, les levés généraux et le cadastre fournissent une planimétrie excellente, sur laquelle ceux-ci peuvent appuyer généralement leurs travaux d'une manière sûre. Mais ce n'est pas là le cas le plus fréquent : certaines régions, même voisines de la mer, n'ont pas été reconnues jusqu'ici, et là tout est à faire, planimétrie et nivellement, et le topographe n'emporte pas d'autre renseignement que la position et l'altitude de ses points géodésiques.

» Chaque officier est pourvu d'une boussole à éclimètre avec ses accessoires et d'un baromètre anéroïde; il doit lever une superficie de 130^{kq} en moyenne. Les chefs de brigade sont pourvus d'une planchette et d'une alidade nivelatrice.

» Que le levé se rapporte à un terrain cadastré ou non, une reconnaissance préliminaire est toujours nécessaire pour rechercher les points géodésiques, les reconstruire s'ils sont détruits, en élever de nouveaux sur les points saillants du sol, et former ainsi, avec la planchette ou l'éclimètre, comme un quatrième réseau géodésique à mailles serrées.

» Le levé définitif comporte : le complétage ou les corrections de la planimétrie et le nivellement, qui se fait à l'aide de l'éclimètre, et dans quelques cas particuliers, pour les cols, les fonds de vallée, les endroits couverts, à l'aide du baromètre anéroïde.

» Quand les levés sur le terrain sont terminés, les officiers de chaque brigade sont réunis sur un point central du terrain qui présente toutes les ressources nécessaires au campement commode de toute la brigade, et l'on procède, sous la direction et le contrôle du chef, à la mise au net de la planimétrie, à l'étude et au tracé définitif des courbes de niveau, ainsi qu'à la rédaction d'un Mémoire statistique et descriptif. Ce Mémoire contient des renseignements aussi complets que possible sur l'aspect général du pays, son orographie, ses richesses végétales ou minéralogiques, ses cultures; sur la description des côtes, le régime des eaux, la nature des

voies de communication, le chiffre de la population, les races, les langues, les religions, etc.

» Un Mémoire spécial est consacré à la description, accompagnée de croquis, des ruines soit mégalithiques, phéniciennes, romaines, espagnoles ou arabes qu'on a pu relever sur le terrain.

» Enfin, si un officier a découvert une inscription importante, il doit en faire l'estampage et le rapporter à Paris.

» Dans les travaux relatifs à la Carte de France, les courbes de niveau étaient complètement considérées comme les directrices des hachures tracées suivant les lignes de plus grande pente et n'étaient pas reproduites sur la minute définitive. La confection de ces hachures était laborieuse et délicate et absorbait toute la saison d'hiver.

» Il est vrai qu'elles permettaient d'accentuer certains mouvements du sol et produisaient, par l'intensité plus ou moins grande de la teinte, un effet plastique saisissant, comparable à l'effet réel de la nature, effet que les courbes seules sont impuissantes à donner; mais elles présentaient l'immense inconvénient d'entraîner, dans les opérations de la gravure, surtout avec le cuivre, des lenteurs et un accroissement de dépenses considérables.

» C'est pourquoi, dans la Carte de l'Algérie, nous les avons supprimées; le topographe ne construit plus que les courbes et j'indiquerai tout à l'heure comment nous avons pu obtenir, d'une manière rapide, simple et peu dispendieuse, l'effet plastique sans lequel une Carte topographique ressemble fort à une Carte plate.

» Sur notre Carte du reste, comme sur la Carte de France, les cotes seules constituent des données précises. Les courbes ne sont pas, comme dans les levés à grande échelle, filées par points et ne reproduisent pas mathématiquement toutes les formes du sol, les accidents secondaires, ou les ondulations légères, qu'il est impossible d'exprimer à l'échelle ordinaire d'un levé topographique. C'est en combinant les cotes des points principaux avec les formes du sol qu'il a dessinées *de visu*, sur le terrain, en le parcourant et le contemplant sous ses divers aspects, que le topographe construit ses courbes, et celles-ci ne sauraient, en conséquence, être considérées comme offrant une représentation, pied à pied, du sol, mais seulement comme une étude très approchée, ou plus exactement comme étant les sections équidistantes, de 10^{m} en 10^{m}, d'une surface enveloppe ayant un contact intime avec la surface de la Terre.

» L'orthographe des noms est l'objet de soins tout particuliers; les

topographes doivent, pour éviter des erreurs grossières, demander ces noms à des Arabes du voisinage, les écrire eux-mêmes en français en tâchant de reproduire le mieux possible la prononciation arabe ou kabyle, et les faire écrire ensuite, à côté, en caractères arabes, par des indigènes lettrés. Ces noms sont l'objet, plus tard, d'un premier contrôle de la part des officiers ou interprètes du chef-lieu du cercle ou de la subdivision, et, enfin, lorsque le calque des écritures est terminé, il est soumis à l'examen d'un interprète principal de l'armée qui opère une dernière revision, en se conformant, pour l'orthographe des noms, au vocabulaire de MM. de Slane et Gabeau.

» Lorsque les minutes des levés sont remises au service du dessin, elles sont d'abord découpées et assemblées en feuilles; les dessinateurs font ensuite des calques complets de ces minutes, qui permettent d'obtenir, par les procédés connus de la Photozincographie, à l'échelle de $\frac{1}{50000}$, une maquette sur zinc, d'où l'on tire enfin, pour guider le travail du graveur, autant de faux décalques que la Carte comporte de couleurs.

» Chaque feuille publiée est limitée par un cadre de $0^{m},64$ de base sur $0^{m},40$ de hauteur; elle correspond, dans la nature, à un rectangle de 32^{km} sur 20^{km} et embrasse par conséquent une superficie de 640^{kmq}, soit, pour fixer les idées, exactement le $\frac{1}{4}$ de la superficie d'une feuille de la Carte de France au $\frac{1}{80000}$. Le format que nous avons adopté est commode, ni trop grand, ni trop petit, et se prête aisément aux délicates opérations du repérage.

» Notre Carte est gravée sur zinc. Ce métal permet d'obtenir, comme la pierre et à un degré au moins égal, sinon supérieur, une gravure artistique rapide. Mais il possède, en outre, des avantages si considérables au point de vue de la dépense, des frais et des difficultés de conservation, de logement et de manutention, que nous avons, depuis plusieurs années, au Dépôt de la Guerre, abandonné la pierre pour le zinc dans tous les travaux nouveaux de gravure ou de dessin, au crayon et à la plume, aussi bien que pour tous les tirages en noir et en couleurs, à bras et à la machine.

» Le Tableau suivant [1], dont nous avons pu vérifier l'exactitude, fait ressortir ces avantages de la manière la plus frappante; il résume la comparaison, comme valeur, poids et volume, de 7500 zincs de trois formats

---

[1] Communiqué par M. Monrocq.

(grand monde, colombier et jésus), avec pareil nombre de pierres de mêmes formats :

	Valeur.	Poids.	Volume.
Zinc....................	85000fr	13300kg	2mc
Pierre..................	500000	645000	250

» Ces chiffres ont une éloquence irréfutable.

» Chaque feuille ne comportait, à l'origine, que six Planches, savoir :

» La Planche de *rouge*, affectée aux lieux habités et aux chemins régulièrement entretenus et carrossables en tous temps;

» Celle de *noir*, aux écritures, aux chemins dont la viabilité n'est pas toujours assurée et aux sentiers;

» De *bleu*, aux eaux;

» De *vert*, aux bois;

» De *violet*, aux vignes;

» De *bistre*, aux courbes de niveau.

» Dès les premiers tirages, on s'aperçut que le figuré du relief par les courbes laissait beaucoup à désirer. Si, en effet, dans les pentes très accusées, le simple rapprochement des courbes suffit à donner un certain relief aux formes du terrain, il n'en est pas de même dans les parties ondulées ou dans les pentes faibles. Là, l'œil a quelque peine à les suivre : elles deviennent peu saisissables. En un mot, l'expression plastique du sol, si bien rendue par les hachures, fait complètement défaut. C'est pourquoi nous avons cherché à obtenir le modelé du terrain au moyen d'un estompage au crayon lithographique, basé sur la lumière zénithale et rehaussé par un léger sentiment de lumière oblique : de là résulte, pour chaque feuille de la Carte, une septième Planche, tirée en gris bleuté.

» De nombreux essais ont montré que le *gris bleuté* appliqué sur des courbes *bistre* fines convient le mieux, par sa douceur, à l'estompage de la montagne; il ne tire pas l'œil, s'harmonise bien avec les autres couleurs et donne, avec une grande transparence, beaucoup de modelé aux formes du terrain, sans nuire en rien aux détails de la planimétrie, qui ressortent avec la plus parfaite clarté, et sans produire aucun effet désagréable de miroitement.

» Les Planches de lettres ont été jusqu'ici gravées. Elles ne le seront plus désormais. Afin de gagner du temps, sans rien sacrifier du côté artistique et pour assurer l'identité des écritures dans toute l'étendue de la Carte, la lettre sera obtenue par impression typographique exécutée sur papier autographique et reportée ensuite sur zinc. Dans les caractères

adoptés, nous avons renforcé les déliés, afin d'obtenir une plus grande netteté de la lettre et une facilité incomparablement supérieure dans la lecture.

» Grâce à l'emploi du zinc, tous les levés exécutés sur le terrain, dans le courant d'une campagne, pourront être gravés et les feuilles livrées au public à la fin de la campagne suivante. Des retards inévitables de mise en train se sont produits au début, mais les travaux de dessin et de gravure sont actuellement poussés avec activité, et je suis heureux d'annoncer à l'Académie que les 50 feuilles levées déjà sur le terrain seront toutes publiées vers la fin de l'année qui commence. La Carte du Tell algérien sera terminée en 1894, et l'Algérie sera ainsi dotée d'une excellente Carte, assurément bien supérieure à notre Carte actuelle de la France.

» La Carte d'Algérie est une œuvre collective qui résume les travaux successifs des géodésiens, des topographes et des artistes du Dépôt de la Guerre. Chacun a fait son devoir; la liste serait trop longue de ceux qu'il me faudrait citer avec éloge.

» Qu'il me soit permis toutefois d'adresser d'ici même, au nom de l'Académie, un salut cordial à nos vaillants topographes de l'Algérie et à leur digne chef, M. le lieutenant-colonel Mercier. »

PHYSIOLOGIE APPLIQUÉE. — *Sur l'emploi des mélanges titrés de vapeurs anesthésiques et d'air dans la chloroformisation;* par M. **Richet**.

« Il est malheureusement bien à craindre, et je le dis avec regret, que, malgré les belles expériences de notre savant Confrère M. P. Bert sur les animaux, et nonobstant les quelques applications à l'homme de sa nouvelle méthode d'anesthésie par les mélanges titrés de vapeurs et d'air, la question de la chloroformisation n'ait pas fait un grand pas.

» Déjà M. Gosselin, dont je partage sans réserve les opinions, a démontré que ce nouveau mode d'administration des anesthésiques, tel au moins qu'il est employé aujourd'hui, serait d'une application difficile dans la pratique, et qu'il ne lui paraissait pas d'ailleurs avoir apporté des avantages incontestables sur les procédés universellement employés par les chirurgiens. Je ne reviendrai pas sur cette partie de son argumentation.

» Suivant M. Bert, les avantages de son nouveau mode d'administration seraient d'éviter aux patients les inconvénients inhérents aux autres procédés, tels que la toux, la suffocation du début, l'agitation, les nausées et

les vomissements, et enfin les malaises qui souvent persistent longtemps après le réveil.

» Sans doute ces inconvénients, très réels, sont fort gênants, mais ils sont loin de se produire constamment; ils sont même assez rares relativement, surtout entre les mains des praticiens exercés.

» D'ailleurs, est-il bien démontré que par la nouvelle méthode on les évitera sûrement? C'est ce qui avait soulevé déjà quelques doutes dans mon esprit, car la Note inserée dans les *Comptes rendus* du 14 janvier dit que, quatre fois sur vingt-deux, il y eut de légères nausées et une fois même un vomissement. Mais, pour juger par moi-même des effets des mélanges titrés, je me suis rendu à l'hôpital Saint-Louis, et, je dois le dire tout de suite, mes doutes ne se sont pas dissipés, au contraire : vous allez en juger.

» L'appareil ayant été préparé comme pour une opération, c'est-à-dire 12gr de chloroforme vaporisés dans 150lit d'air, je m'appliquai l'embouchure sur la bouche et le nez, et tout d'abord je n'éprouvai d'autre sensation que celles que j'avais ressenties lors d'autres essais d'anesthésie par la compresse, auxquels je m'étais antérieurement soumis. Mais, à peine avais-je fait dix aspirations que je fus pris d'un accès de toux suffocante qui m'empêcha absolument de continuer l'expérience. Mon collègue, le Dr Regnier, chirurgien de l'hôpital, qui m'accompagnait, se soumit alors à la même expérimentation et n'éprouva rien de semblable. C'était donc là une action *toute spéciale, toute personnelle*, du chloroforme sur mes bronches, en un mot une idiosyncrasie, mais momentanée, car je n'avais jamais rien éprouvé de semblable dans mes précédentes anesthésies.

» Trois jours après, M. Péan me convoquait pour assister à la chloroformisation par le même appareil de trois malades. Les trois anesthésies furent dirigées avec une grande précision par M. le Dr Dubois, l'aide assidu de M. Bert.

» Un premier malade, garçon de trente ans, auquel une opération assez longue fut pratiquée avec le thermocautère, fut rapidement anesthésié en quatre ou cinq minutes, et maintenu dans un état d'insensibilité absolue pendant trente-cinq minutes sans aucune excitation. Mais on dut employer 50gr de chloroforme, dose énorme. Dans le cours de l'anesthésie, des nausées se manifestèrent à plusieurs reprises, et lorsque, une demi-heure après, je fus le voir à son lit, il vomissait.

» Une deuxième malade, femme de quarante ans environ, atteinte de grosses hémorrhoïdes, opérées également par le cautère actuel, fut plongée dans le sommeil anesthésique en huit minutes; elle offrit une période d'excitation assez marquée.

» Enfin une troisième malade, de quarante-cinq à cinquante ans, atteinte d'une tumeur du sein volumineuse enlevée avec le bistouri, fut également soumise au chloroforme.

Celle-ci eut une période d'excitation très marquée et ne fut plongée dans le sommeil anesthésique qu'après plus de dix minutes.

» Il ne faudrait certainement pas tirer de ces faits une conclusion définitive, mais néanmoins il en faut tenir compte et dire que, sur trois opérés, l'un a été pris de nausées et vomissements, tandis que les deux autres ont eu une période d'excitation, très accentuée chez l'une d'elles du moins, chose d'autant plus remarquable qu'il s'agissait de femmes, lesquelles, ainsi qu'on le sait, sont beaucoup moins sujettes que les hommes à l'alcoolisme et par conséquent à l'excitation chloroformique.

» Je n'insisterai pas davantage sur ce que j'appellerai volontiers le petit côté de la question, d'autant mieux que pour nous, opérateurs, ces accidents ne sont que des épiphénomènes plus ou moins gênants, mais jamais inquiétants ; et si même j'en ai aussi longuement parlé, c'est pour suivre notre savant Confrère sur le terrain qu'il a choisi. Mais il m'a paru y attacher une trop grande importance. C'était probablement pour établir la supériorité de sa méthode sur les procédés ordinaires; je doute qu'il y ait complètement réussi.

» Mais j'ai hâte d'arriver au point capital.

» Dans sa Réponse à M. Gosselin, M. Bert dit (p. 125) :

« En résumé, les chirurgiens, en se servant de la compresse, mettent en usage des tensions de vapeurs ou inefficaces, ou utiles, ou dangereuses. C'est en louvoyant avec habileté entre les doses inefficaces et les doses dangereuses qu'ils obtiennent l'anesthésie et évitent les accidents. »

» Et un peu plus loin :

« La méthode des mélanges titrés a l'immense avantage de mettre à l'abri de toutes ces inégalités et irrégularités. La *dose limite* que j'emploie, étant toujours au-dessous de celles que donne la compresse risque infiniment moins que celle-ci d'amener des accidents. En un mot, *cette méthode me paraît être la seule qui puisse dégager absolument la responsabilité des chirurgiens.* »

» Voilà des paroles graves; la dernière phrase surtout, que je souligne, me paraît de nature à faire réfléchir sérieusement les praticiens.

» Sa signification est claire : elle revient à dire que ceux qui, n'ayant pas employé la nouvelle méthode, auraient le malheur de perdre un malade, encourraient de graves responsabilités et pourraient être appelés, cela s'est vu, à en subir les dures conséquences.

» Il faut donc rechercher si la démonstration de notre Confrère s'impose réellement, ce que, pour mon propre compte, je serais tout disposé à

accepter, car nous serions dorénavant délivrés d'un grand souci pendant nos opérations.

» Théoriquement, il me paraît sinon impossible, du moins bien difficile, d'admettre qu'on puisse jamais faire la démonstration de l'innocuité d'une méthode quelconque d'anesthésie avant d'avoir découvert la cause de la mort par les inhalations du chloroforme. Or, jusqu'ici, tout est mystère, et, malgré les travaux si nombreux et si consciencieux des physiologistes, nous en sommes réduits à des hypothèses. C'est donc par hypothèse que procède notre savant Confrère quand il nous parle de sa *dose limite*, et, jusqu'à plus complète démonstration, je me refuse à l'admettre.

» Mais alors où sera le critérium? Dans la clinique, et jusqu'à présent dans la clinique seulement, c'est-à-dire dans la *coordination d'une longue série d'observations sur l'homme*, et c'est là ce que je vais chercher à démontrer.

» Je dirai d'abord qu'on a singulièrement exagéré les dangers de mort par les anesthésiques : sur plusieurs millions d'individus qui y ont été soumis, on a relevé à grand' peine 290 à 300 cas de mort, *attribués* à ces inhalations.

» Et remarquez que je dis attribués, car un grand nombre de ces terminaisons fatales sont dues certainement à d'autres influences. Ceux qui attribuent toutes ces morts exclusivement aux anesthésiques oublient, en effet, qu'avant la découverte des propriétés de l'éther et du chloroforme les cas de mort subite pendant l'opération n'étaient point rares. On en rassemblerait facilement un assez bon nombre de cas; j'en citerai quelques-uns, ne voulant pas abuser de l'attention de l'Académie.

» J.-L. Petit rapporte l'histoire d'un homme vigoureux qui mourut, pendant la réduction d'une luxation du genou, de douleurs (1)? dit-il. Garengeot, Chopart, Roux ont cité des faits analogues. Desault, sur un ecclésiastique qui allait subir l'opération de la taille, trace avec l'ongle du doigt, sur la peau du périnée, la ligne que suivra l'instrument tranchant. Le malade pousse un cri et meurt. Civiale veut sonder un vieillard qui se croit atteint de la pierre; à peine la sonde touche le méat urinaire, que, frappé de terreur, il expire devant de nombreux assistants (2).

» Croit-on que, depuis l'usage des anesthésiques, ces cas de mort ont cessé de se produire? Erreur; au contraire, ils semblent se multiplier,

---

(1) J.-L. Petit, *Traité des maladies des os.*

(2) Chailly, *Des considérations puissantes qui doivent empêcher d'user de l'éther et du chloroforme dans les accouchements.* Paris, 1853, p. 12.

et, par l'effet même de cette cause, à savoir la terreur qu'inspirent à quelques patients les anesthésiques, surtout lorsqu'on les leur présente avec un appareil qui leur ferme hermétiquement la bouche et le nez, c'est-à-dire les voies respiratoires, menaçant de les asphyxier. Cazenave (de Bordeaux) allait amputer un homme de quarante ans; pour l'encourager, il fait un simulacre de chloroformisation et approche de la bouche du malade un mouchoir sur lequel on n'avait pas mis une goutte de chloroforme : le malade fait quatre inspirations, tombe en syncope et meurt ([1]).

» Voici un fait qui emprunte son originalité au nom du chirurgien auquel il est arrivé. Simpson, celui-là même qui a découvert les propriétés du chloroforme, envoie un de ses aides en chercher un flacon dans son laboratoire. Celui-ci, en l'apportant, fait un faux pas et brise le flacon; il n'y en avait pas d'autres. On commence alors l'opération, mais sans anesthésie; à la première incision, le malade pâlit, le pouls s'arrête, et il succombe à une syncope subite (*Bulletin de l'Académie de Médecine*, 1882, p. 255). Tout dernièrement, à l'hôpital de Toulouse, un paysan vigoureux, âgé de quarante-cinq ans, est admis pour une luxation de la cuisse. Voulant la réduire par le procédé dit de *douceur*, on est obligé de le placer sur le ventre; pour cette raison on renonce à le chloroformiser. La réduction se fait avec une facilité dont on s'applaudissait, lorsqu'un assistant s'écrie : « Le malade » est mort ! » C'était malheureusement vrai. L'observation complète m'est communiquée par le professeur Fontagnères, de Toulouse.

» Je pourrais multiplier ces exemples : ceux-ci suffiront, j'espère, pour démontrer que bon nombre de morts attribuées aux anesthésiques reconnaissent d'autres causes. Lesquelles ? La terreur, la douleur, une sorte de sidération morale, selon l'heureuse expression de notre savant Confrère, M. H. Larrey (*Bulletin de la Société de Chirurgie*, t. IV, p. 100), me paraissent en rendre compte, sans les expliquer. La conclusion à tirer de ces faits étranges, c'est que, pour rester dans la réalité, il importerait de réduire notablement le chiffre total de la mortalité attribuée aux anesthésiques.

» Il faut actuellement établir dans quelles proportions meurent les individus soumis aux anesthésiques.

» Je serai bref, ne donnant que les chiffres et renvoyant aux sources. C'est un travail aride, mais indispensable pour établir ce que je veux démontrer.

([1]) *Bulletins de l'Académie de Médecine*, p. 254; 1882.

» Richardson ([1]), faisant les relevés des chloroformisations dans huit hôpitaux de Londres, les partage en deux périodes : la première de 1848 à 1864, dans laquelle il relève 1 mort sur 17000 opérés; la deuxième de 1867 à 1869, où il trouve 6 morts sur 7500 chloroformisés, soit une moyenne de 1 mort sur 3500 chloroformisés.

» Les relevés de six autres hôpitaux lui ont donné dans les mêmes périodes une mortalité de 1 mort sur 2765.

» Ker Hugh Richard ([2]), pour les dix dernières années au grand hôpital d'Edimbourg, relève 1 mort sur 36 500.

» Billroth ([3]) dit n'avoir eu son premier cas de mort qu'après 12 500 chloroformisations.

» Nussbaum ([4]), sur 15000 anesthésies, n'a pas eu un seul cas de mort.

» Konig ([5]), sur environ 7000 chloroformisations, n'a jamais eu de mort.

» En Amérique, pendant la guerre de la sécession ([6]), sur environ 80 000 chloroformisations, on n'a eu à déplorer que 7 morts, soit 1 mort sur 11448.

» Orschsradt ([7]), pendant toute la guerre du Danemark, en 1864, qui a nécessité de très nombreuses chloroformisations, n'a pas eu un seul cas de mort.

» En France, à l'armée de Crimée, sur plus de 20000 chloroformisations, M. Rizet relève deux cas de mort, soit 1 sur 10000 chloroformisés ([8]).

» Plusieurs de nos Confrères, et je citerai particulièrement Sédillot et M. Gosselin, n'ont jamais eu de mort, dans une pratique longue et occupée. Moi-même, sur plus de 10 000 chloroformisations, je n'ai perdu qu'un seul malade et dans des conditions exceptionnelles.

» La conclusion qui ressort avec évidence de toute cette discussion, c'est qu'en évaluant à 1 sur 10000 ou 12000 la proportion des morts, on reste au-dessous de la réalité, surtout si l'on veut bien se rappeler que plusieurs de ces morts reconnaissent certainement pour cause, soit la terreur,

---

(1) *On death from chloroforme* (*Medical Times and Gazette*, 1870, 7 et 21 mai).

(2) *Medical Times and Gazette*, 8 et 19 avril 1876.

(3) *Wiener Medicinische Vochenschrift*, p. 796; 1868.

(4) *Anesthesia, Handbuch für Chirurgie von Pitha und Billroth*, p. 609.

(5) *Centralblatt für Chirurgie*, p. 611; 1877.

(6) *Army Circular on the United States.*

(7) *Kriegschirurgie Erfahrungen während des Krieges gegen Dänemark*, 1864; p. 372.

(8) *Traité d'anesthésie chirurgicale* de MM. Perrin et Lallemand, p. 236.

soit la douleur, soit les secousses morales qui ébranlent les malheureux blessés au moment où ils sont soumis à de cruelles opérations; sans compter qu'il est d'autres causes encore qui pourraient réclamer leur part, car elles aussi foudroient les opérés : l'entrée de l'air dans les veines par exemple, qui a failli me faire perdre l'année dernière, à l'Hôtel-Dieu, une de mes malades.

» Il demeure donc établi que la proportion des morts est de 1 sur 10000 à 12000 chloroformisations, et cela malgré les modes d'administration les plus divers, tantôt avec des appareils, tantôt avec la simple compresse, maniée elle-même de différentes manières.

» Les questions de cet ordre, a dit un membre de notre Compagnie, l'illustre mathématicien Poisson, ne peuvent être résolues qu'à l'aide de masses de chiffres considérables; je crois m'être placé dans ces conditions.

» Quelle sera donc la conclusion à tirer de ces faits? C'est que la nouvelle méthode d'anesthésie par les mélanges titrés de vapeurs et d'air, si elle veut se substituer aux anciennes méthodes, doit d'abord nous offrir une sécurité et des avantages, sinon supérieurs, du moins égaux.

» Nous pourrions donc nous borner à lui demander simplement de faire ses preuves, c'est-à-dire de nous apporter un nombre de 10000 à 12000 chloroformisations sans accident, et attendre.

» Il ne faut pas, en effet, que notre savant Confrère M. P. Bert se fasse d'illusions; les chirurgiens ne changeront pas leur manière d'opérer actuelle, si facile et à peu près exempte de périls, sans cette évidente démonstration.

» Les raisonnements les plus spécieux, même appuyés et déduits d'expériences sur les animaux, dont le système nerveux central, soit dit en passant, ne peut pas entrer en comparaison avec celui de l'homme, ne les convaincront pas. Il leur faudra des faits cliniques en nombre suffisant.

» Ils ne peuvent pas oublier que déjà, à d'autres époques, les mélanges titrés de vapeurs anesthésiques et d'air ont fait leur apparition dans la Science et dans la pratique. Que sont devenus ces essais? C'est ce qu'il me reste à examiner.

» Il y a vingt-quatre ans environ, le Comité du chloroforme de la *Royal medical and chirurgical Society* de Londres recommandait ces mélanges et surtout de ne pas dépasser 3,50 pour 100 de chloroforme vaporisé dans l'air si l'on voulait agir avec une sécurité *relative*. Je ne rappellerai que pour mémoire les appareils de Snow, de Demarquay, de Duroy, de Sanson, de Junker, de Skinner, d'Esmarck et de Billroth, pour ne m'attacher

qu'à celui de Clover, parce qu'il offre avec celui de M. Bert la plus grande analogie. Les principes sont les mêmes, la forme de l'appareil offre seule des dissemblances.

» Le numéro du 9 août 1862 du *Medical Times* faisait connaître, il y a vingt-deux ans bientôt, un appareil, imaginé par M. Clover, pour anesthésier les malades avec un mélange titré de vapeurs de chloroforme et d'air. Cet appareil, d'ailleurs très ingénieux et très portatif, se compose d'un grand sac d'une capacité suffisante pour contenir le mélange nécessaire à une ou plusieurs chloroformisations. Ce sac, fort léger, est porté sur le dos par l'opérateur; il en part un long tube qui aboutit à une embouchure que l'on applique sur la bouche et le nez du patient; le mélange a été préalablement fait de la manière suivante : 40 gouttes de chloroforme, soit 45 pouces cubes de vapeurs par 1000 pouces cubes d'air; total 4,50 pour 100 de vapeurs anesthésiques. C'est, je tiens beaucoup à le faire remarquer, à peu près le même mélange que celui de l'appareil de M. Bert, seulement un peu moins concentré et, par conséquent, moins actif.

» Inutile d'ajouter que l'air expiré sort par une soupape, comme dans l'appareil de M. Bert, et ne rentre pas dans le sac contenant le mélange titré.

» En 1869, après trois années d'expériences, voici ce qu'écrivait M. Clover à M. Sanson, de Londres :

« J'ai trouvé que mon inhalateur produisait l'anesthésie plus régulièrement que par tout autre procédé : rarement les malades ont de la toux, la grande majorité est anesthésiée en moins de dix minutes, et ils sortent du sommeil anesthésique *certainement* avec plus de facilité, moins de malaise et moins de prostration que je ne l'observais lorsque je ne me servais pas de mon inhalateur. »

» Ne croirait-on pas entendre M. P. Bert? Quelques années se passent, les applications de l'appareil de Clover se succèdent sans incident fâcheux non seulement en Angleterre, mais en France, où je me souviens l'avoir vu employer, à la Charité, par un médecin anglais, dans le service de Velpeau, et, suivant le témoignage si autorisé du professeur Erichsen (*System of Surgery*, dernière édition), on était arrivé à 3000 chloroformisations sans accident.

» En 1867, un homme chez lequel on voulait réduire une luxation du pouce est soumis aux inhalations de chloroforme par l'appareil de Clover : à peine il avait respiré trois minutes qu'il succombait brusquement;

on n'avait employé cependant que $1^{gr},7$ de chloroforme, soit environ 37 gouttes (1).

» En 1870, à *University College hospital*, de Londres, un nouveau fait de mort se produit avec le même appareil. On avait amputé la cuisse, le chloroforme était enlevé depuis deux minutes et le pansement commencé, lorsque tout à coup le malade pâlit, est pris de syncope et meurt (2).

» Toujours en 1870, un troisième fait de mort survient. Le Dr Marschall, voulant sonder un malade, lui administre le chloroforme par la méthode de Clover; on est obligé, après cinq minutes, d'interrompre l'administration du chloroforme à cause du *stertor*, le pouls s'arrête et le malade meurt (3).

» En 1873, quatrième cas de mort sept minutes après le début des inhalations, au moment où l'on introduit la sonde dans la vessie (4).

» Enfin en 1874, cinquième cas de mort : celui-là entre les mains de Clover lui-même, quinze minutes après le début des inhalations (5).

» Ce qu'il y a d'instructif dans ce dernier fait, c'est que, pour exonérer sans doute son procédé de tout reproche, Clover estime qu'il doit y avoir eu une méprise et qu'on a mélangé un peu plus de chloroforme à l'air que de coutume.

» Ces cinq cas de mort, qui se sont ainsi succédé à peu d'intervalle, avec un appareil contenant un mélange titré de vapeur anesthésique et de chloroforme, lequel avait aussi la prétention d'obtenir une sécurité relative, paraissent avoir singulièrement refroidi l'enthousiasme de nos voisins pour la méthode de Clover, car on n'en entend plus parler.

» La nouvelle tentative de notre savant Confrère aura-t-elle une meilleure fortune? Je le désire sans trop l'espérer. »

---

(1) Voyez *British medical Journal*, 2 mars 1867.

(2) *The Lancet*, 23 avril 1870.

(3) *British medical Journal*, 14 mai 1870.

(4) *The Lancet*, 24 mai 1873.

(5) *British medical Journal*, 20 juin 1874.

CHIMIE AGRICOLE. — *Note sur la dissémination, l'assimilation et la détermination de l'acide phosphorique dans les terres arables.* Note de M. P. de Gasparin.

« Aucune connaissance n'est plus importante, pour l'Agronomie et la pratique agricole, que celle de l'état de l'acide phosphorique dans le sol.

» La source de l'acide phosphorique réparti dans les sols arables n'est pas en question : toutes les roches granitiques, métamorphiques, volcaniques, schisteuses et calcaires de tous les étages contiennent de l'acide phosphorique, depuis un maximum de 3 pour 100 dans les laves jusqu'à un minimum de $\frac{2}{1000}$ dans certains granites et certains calcaires néocomiens. Les roches métamorphiques sont généralement plus riches que les terrains primitifs et les calcaires tertiaires. Il est tout naturel que les terres arables formées des débris des roches contiennent également toutes de l'acide phosphorique en quantité plus ou moins abondante suivant la nature des roches d'origine. Il faut pourtant s'arrêter ici et se demander si l'acide phosphorique contenu dans le sol cultivé s'y trouve au même état que dans les roches, ou s'il n'a pas déjà subi une transformation, et si ce n'est pas justement cette transformation qui l'a rendu assimilable et propre au développement des végétaux cultivés.

» Il ne faut s'adresser qu'à l'observation directe. Or elle nous apprend que l'un des agents les plus actifs de la décomposition des roches et de leur transformation en terre végétale est l'attaque de leur surface par les mousses et les lichens. Sur une roche néocomienne contenant $\frac{2}{1000}$ d'acide phosphorique, le kilogramme sec de mousses et de lichens contenait $1^{gr},2$ d'acide phosphorique, c'est-à-dire six fois autant que la roche qui les portait. Les débris de cette roche entamée par les mousses étaient donc certainement appauvris, et, une fois mêlés aux débris végétaux eux-mêmes et entraînés ensemble par les pluies pour venir accroître le sol cultivable, on peut affirmer que le siège de l'acide phosphorique utile se trouvait plutôt dans les débris organiques que dans les débris minéraux.

» Toutes les végétations succédant à cette végétation élémentaire qui a fait en quelque sorte le défrichement de la roche s'emparent à leur tour de l'acide phosphorique qu'elles rendent à la terre par leurs débris. En mettant en dehors les graines et les fourrages qui contiennent jusqu'à $3^{gr},5$ d'acide phosphorique par kilogramme sec, les bois, les feuilles et la paille en contiennent de $0^{gr},5$ à $1^{gr},5$, et le premier dépouillement des roches

par les végétaux élémentaires se transmet de végétal à végétal, sans qu'il soit cependant permis d'affirmer que les végétaux supérieurs n'empruntent rien eux-mêmes aux phosphates minéraux combinés dans les roches. Toutefois, il ne faut pas méconnaître le mode primordial de transmission de l'acide phosphorique de corps organique désorganisé à corps organique vivant.

» L'acide phosphorique incorporé dans les tissus végétaux est très résistant. Nous avons voulu le doser sur un très bon papier à filtrer blanc donnant seulement $\frac{8}{1000}$ de cendres. 1^{kg} de ce papier a donné $0^{gr},03$ d'acide phosphorique dans ses cendres; et cependant, indépendamment des lavages subis par la pâte, la calcination du papier semblait devoir amener une réduction de l'acide.

» Il faut maintenant nous transporter sur le sol arable. Nous nous adressons à un sol argilo-calcaire de la plaine de Tarascon, contenant 2,5 pour 100 de matières organiques sèches, soit par mètre carré, pour 500^{kg} de sole, $12^{kg},5$ de matières organiques. Ces matières contiennent au minimum dans ces terrains $\frac{1}{1000}$ d'acide phosphorique, ce qui est du reste la moyenne de la teneur des débris végétaux (feuilles et tiges seulement). Ce terrain contient donc $12^{gr},5$ d'acide phosphorique organisé par mètre carré, ou 125^{kg} par hectare. C'est peu relativement à la masse de l'acide phosphorique contenu dans ce terrain qui en contient 2500^{kg} par hectare. On peut donc dire que 5 pour 100 de l'acide phosphorique est à l'état de combinaison organique et 95 pour 100 à l'état de combinaison minérale. Sans doute les 95 pour 100 ne sont pas à négliger; mais dans ces sols argilo-calcaires, contenant 40 pour 100 de carbonate de chaux et 50 pour 100 d'argile ou de sable excessivement fins, très pauvres en alumine et riches en sesquioxyde de fer, il ne faut pas compter sur une assimilation facile des phosphates minéraux, toujours sollicités à reprendre la forme tribasique. On peut donc compter que les 125^{kg} d'acide phosphorique engagés dans les matières organiques sont sous la forme la plus propre à entrer dans la végétation, et que, si cette petite fortune est alimentée, et mieux encore accrue par des engrais qui l'apportent sous une forme analogue, vous pourvoyez sous ce rapport à l'alimentation des végétaux cultivés.

» Sans doute l'addition de phosphates sous une forme soluble et associés à des matières organiques pourra être d'un grand secours, surtout dans les cultures fourragères; mais la présence des matières organiques est le point capital, et ceux qui se figurent qu'ils pourront s'en passer vivent dans le pays des chimères. Tous les agriculteurs ont eu le spectacle de ce qu'on

appelle une *terre séchée*, c'est-à-dire dépouillée de la plus grande partie de ses réserves organiques. On s'épuise pendant des années à lui rendre la fertilité perdue. Que lui manque-t-il? Ce ne sont pas les matériaux carbonés, car l'expérience prouve que ces matériaux, pour la plus forte part, sont puisés dans l'atmosphère. Ce qui lui manque, c'est l'acide phosphorique assimilable et surtout l'azote; car, si pour l'acide phosphorique il s'agit d'un approvisionnement médiocre, plus important par sa forme que par sa quantité, pour l'azote il s'agit encore (dans le terrain assez pauvre que nous avons pris pour sujet d'études) de 2500^{kg} par hectare, et cette richesse ne se remplace pas économiquement et promptement quand elle est trop fortement entamée, quoi qu'en puissent penser ceux qui chargent l'atmosphère de la restitution.

» Le dosage exact de l'acide phosphorique dans les terres arables est, après celui de l'azote, le plus important. La méthode de M. Dumas et celle de M. Warrentrapp perfectionnée par M. Peligot, la première pour l'azote total, la seconde pour l'azote alcalin, sont absolument certaines. L'application de la méthode de Sonnenschein au dosage de l'acide phosphorique dans les terres arables par l'emploi du nitromolybdate d'ammoniaque comme réactif appelle et mérite quelques critiques. Ayant contribué à vulgariser ce procédé, nous avons dû nous appliquer à le perfectionner, de manière à faire tomber les dernières objections. On reproche avec juste raison à ce procédé sa lenteur et la persistance d'une petite quantité de fer, qui ne peut être séparée par l'ammoniaque qu'en entraînant de l'acide phosphorique. Les longueurs tiennent à la présence de la silice, inévitablement attaquée par les bases alcalines et même alcalino-terreuses dans la calcination oxydante qu'on fait subir à l'échantillon. Il faut débarrasser les liquides de cette silice qui rendrait les lavages impossibles. Enfin, le fer lui-même est influencé par les bases dans la calcination oxydante, et l'acide azotique, même très dilué, en redissout une plus forte proportion, ce que du reste la pratique de l'analyse connue des terres pouvait faire prévoir. Le postulatum de l'analyse était donc de faire disparaître toutes les bases, sauf la petite quantité combinée avec l'acide phosphorique, ainsi que toute la silice. On répond à ce postulatum en attaquant l'échantillon de terre par voie humide, soit par l'eau régale avec acide chlorhydrique en excès ou au bain-marie à chaud, et procédant comme dans l'analyse normale des terres pour séparer la partie inattaquable et la silice. Dans le liquide séparé on précipite par l'ammoniaque avec précaution, de manière que les sesquioxydes soient précipités avant que la réaction de la liqueur soit alcaline. Alors on sature d'ammoniaque, on filtre et les sesqui-

oxydes recueillis sur filtre retiennent *absolument* la totalité de l'acide phosphorique. Le précipité est calciné une première fois dans une capsule de platine avec le filtre. Le produit de la calcination, réduit en poudre impalpable, est calciné au rouge blanc dans un petit creuset de platine. Cette poudre calcinée est mise en digestion avec de l'acide azotique au $\frac{1}{50}$. Le liquide séparé par filtration, cohobé au bain-marie, est précipité par le nitromolybdate d'ammoniaque. On sépare le liquide clair surnageant après vingt-quatre heures de repos, et un simple lavage avec le réactif exécuté sommairement laisse le phosphomolybdate absolument pur et se redissolvant en entier dans l'ammoniaque, d'où on le précipite à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien.

» L'opération est ainsi devenue trois fois moins longue, sans ombre de difficulté, parfaitement correcte; elle donne des dosages différant d'une très petite quantité, mais toujours en plus de ceux obtenus par l'attaque de la calcination oxydante. Enfin ce procédé a l'avantage de permettre à l'analyste de déterminer avec un seul échantillon tous les éléments de la terre arable sans exception, à la seule réserve de renoncer à la pesée séparée de l'alumine et du sesquioxyde de fer, détermination qu'il est inutile de répéter plusieurs fois tant qu'on reste dans des terrains de même formation. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui doit être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire de Culture laissée vacante au Muséum d'Histoire naturelle par le décès de M. *Decaisne*.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 57,

M. Maxime Cornu obtient.	50	suffrages.
M. Baillon.	6	»
M. Vesque.	1	»

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat,

M. Vesque obtient.	47	suffrages.
M. Baillon.	8	»

Il y a deux bulletins blancs.

En conséquence, la liste qui sera adressée à M. le Ministre comprendra : *en première ligne*, M. MAXIME CORNU; *en seconde ligne*, M. VESQUE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de cinq Membres, qui sera chargée de faire des propositions relatives à l'emploi des fonds légués par M. *Petit d'Ormoy*.

MM. Bertrand, Becquerel, Milne Edwards, Dumas et Bouley réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

M. G. Cabanellas donne lecture d'un Mémoire portant pour titre : « Les bases doctrinales et l'avenir du transport de l'énergie. »

(Commissaires : MM. Jamin, Tresca, Cornu.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Une brochure de M. *Ph. Gilbert,* portant pour titre : « Victor Puiseux, esquisse biographique ». (Présentée par M. d'Abbadie.)

ASTRONOMIE. — *Sur le mouvement du premier satellite de Saturne (Mimas)*; par M. B. Baillaud.

« L'étude attentive des 91 observations de Mimas faites à Toulouse depuis le 24 octobre 1876 m'a fourni, sur les irrégularités apparentes du mouvement de ce satellite, des renseignements très précis, et m'a permis de déterminer son moyen mouvement.

» Ces observations ont été instituées par M. Tisserand ; elles ont été faites au grand télescope de $0^m,83$ d'ouverture, successivement par MM. F. Tisserand, Perrotin, Baillaud et Ch. Fabre ; 5 d'entre elles ont été faites en 1876, 8 en 1877, 1 en 1878, 14 en 1880, 42 en 1881, 13 en 1882, 8 en 1883. Jusqu'en 1880, on ne put observer que des élongations. Le 28 septembre 1880, je réussis à voir Mimas à l'un de ses passages (S.-W.) aux tangentes aux extrémités de l'anneau, et je pus renouveler l'observation le lendemain avec M. Ch. Fabre, qui obtint, le 25 novembre de la même année, une observation semblable (N.-E.). En 1881, 1882, 1883, M. Fabre fut chargé seul des observations. Des 63 observations qu'il obtint pendant ces trois années, 22 seulement se rapportent à des élongations, 39 à des

passages aux tangentes aux extrémités de l'anneau, et 2 à des oppositions ou conjonctions.

» La discussion des observations faites chaque année en vue de déterminer des époques, l'excentricité et le périsaturne, m'a conduit à des valeurs très différentes et non douteuses du moyen mouvement, savoir :

En 1877	381°,801
1880	381,854
1881	381,892
	382,110
1882	381,920

» Les observations faites en 1883 donnent une valeur moindre que 382°; la série n'est d'ailleurs pas terminée.

» En groupant les observations par intervalles peu étendus et les représentant graphiquement, j'ai constaté d'abord une inégalité périodique dont le coefficient est sensiblement 8°, et la période de 300 jours, et une seconde inégalité, dont le coefficient ne doit pas différer beaucoup de 8°, et dont la période paraît être sensiblement de cinq années. Ces deux inégalités paraissent s'être trouvées en même temps à leur minimum vers le mois de juillet 1882.

» En comparant nos observations à celles faites par Newcomb, à Washington en 1874, et à celles du capitaine Jacob, en 1856 et 1857, j'ai été conduit à admettre que ces dernières correspondaient aussi à un minimum. J'en ai conclu pour le moyen mouvement la valeur 381°,9934.

» Étant assuré du nombre des révolutions faites par le satellite, pendant une période de près de trente années, j'ai comparé, en adoptant la valeur précédente, le résultat des observations de W. Herschel en 1789, l'observation de J. Herschel en 1836, le résultat obtenu par de Vico en 1838, ceux du capitaine Jacob en 1856 et 1857, les élongations de Washington en 1874, 1876, 1877, 1878, et les résultats obtenus à Toulouse. Voici le Tableau des résultats obtenus :

Origine du temps, 1789 septembre 14,0 (temps moyen de Paris).
(Les longitudes sont vraies, et non apparentes.)

Observateurs.	Dates.		t.	nt. rév.	nt. °	L $-nt$.
W. Herschel	1789 sept.	14,568	0,568	0	+217	+47
J. Herschel	1836 juin	3,313	17063,313	18105	+273	+24
De Vico	1838 août	28,842	17879,842	18972	+ 62	+10
Jacob	1856 déc.	31,007	24579,007	26080	+218	+15
»	1857 déc.	31,007	24944,007	26467	+326	+24
Newcomb	1874 sept.	24,878	31055,878	32953	+ 60	+42

Observateurs.	Dates.			t.	nt. (rév.)	nt. (°)	$L - nt$. (°)
A. Hall.........	1876	sept.	1,872	31763,872	33704	+149	+28
Toulouse.........	1877	sept.	25,000	32152,000	34121	+351	+10
Hall et Holden....	1877	sept.	30,391	32157,391	34116	+ 92	+16
»	1878	oct.	27,749	32549,749	34538	+109	+21
Toulouse.........	1880	nov.	6,000	33290,000	35323	+280	+29
»	1881	oct.	11,000	33629,000	35683	+176	+25
»	1882	janv.	8,000	33718,000	35777	+333	+26
»	1882	déc.	18,000	34062,000	36142	+339	+26
»	1883	oct.	18,000	34366,000	36465	+185	+37

» Ce Tableau fait suffisamment ressortir l'existence d'une période de cinq ans dont les minima correspondent à

1882, 1877, 1857, 1837,

ce qui donne des maxima en

1789, 1874, 1880.

» La longitude moyenne est sensiblement représentée par cette formule,

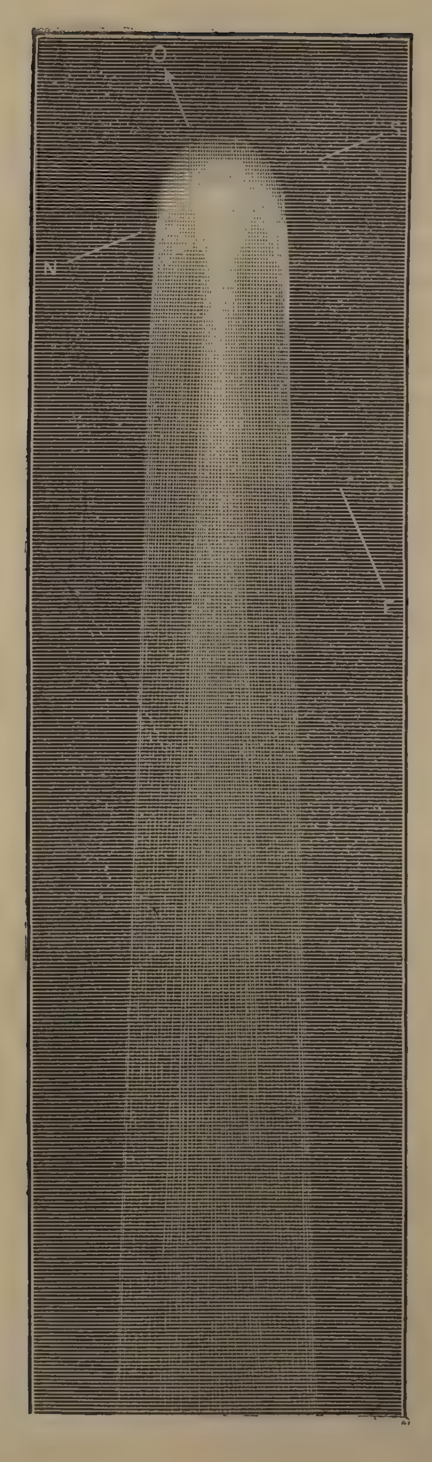
$$L = nt + 30^\circ - 8^\circ \cos\tfrac{6}{5}(t - \mathrm{T}) - 8^\circ \cos\tfrac{4}{5}(t - \mathrm{T}),$$

où T correspond à juillet 1882. Les coefficients ne pourront être déterminés avec précision que par une suite continue d'observations. Le mode d'observation par les passages aux tangentes aux extrémités de l'anneau paraît être le meilleur.

» J'avais d'abord cherché à déterminer l'excentricité et le mouvement du périsaturne par la discussion des observations faites chaque année. L'existence des deux inégalités signalées dans la présente Note rend peut-être illusoire tout le travail que j'ai fait à cet égard ; je me propose de le reprendre. Je crois pourtant non douteux que l'excentricité ne peut surpasser $\frac{1}{10}$. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observation de la comète Pons-Brooks, faite à l'Observatoire de Meudon.* Note de M. **E.-L. Trouvelot**, présentée par M. Janssen.

« Le 15 janvier, vers 8h du soir, je profitai d'une éclaircie soudaine du ciel qui n'eut que peu de durée, mais qui cependant me permit d'observer la comète et d'en faire le dessin qui est reproduit ici. Mais à ce moment



l'astre s'abaissait, et sa tête, déjà engagée sous les vapeurs qui s'élevaient au-dessus de l'horizon et qui la recouvraient comme d'un voile, avait perdu de son éclat.

» Observé à l'œil nu, cet objet avait quelque chose de la majesté des grandes comètes. De sa tête, brillant du doux éclat nébuleux, s'élançait une queue très bien visible qui s'élargissait graduellement en s'éloignant de l'astre, et que l'on pouvait tracer jusqu'à une distance de 5° environ. Cette queue, qui était un peu inclinée vers le sud et dirigée à l'opposite du Soleil, paraissait à peu près droite et était sensiblement parallèle à l'écliptique, dont elle était fort peu éloignée.

» Observée avec la lunette, la tête, qui était très brillante, apparaissait comme un amas globulaire très fortement condensé vers le centre qui brillait d'un éclat presque stellaire, bien que le noyau, qui était fort diffus, fût plutôt soupçonné qu'il n'était distingué avec certitude, sans doute à cause des vapeurs déjà épaisses qui le recouvraient. La queue paraissait très distincte, et, bien que ses bords fussent assez faibles, ils étaient nets et bien définis, surtout celui qui était tourné vers le sud, qui était mieux défini et plus brillant que le bord opposé. Le milieu de la queue était indiqué par une nébulosité plus brillante, qui la parcourait dans toute sa longueur et qui s'affaiblissait doucement de chaque côté, aussi bien qu'en s'éloignant de la tête. Bien qu'il fût moins brillant que celui du sud, le bord de la queue qui était tourné vers le nord était un peu plus lumineux

que les parties qui lui étaient contiguës. La queue ne se terminait pas en pointe, comme le 17 décembre, mais était coupée carrément.

» Je profiterai de cette occasion pour présenter quelques critiques sur la gravure de la même comète, publiée avec ma Note à la page 34 des *Comptes rendus*. Le noyau ne paraît pas assez lumineux et les contours extérieurs de la partie lumineuse qui l'entoure sont trop fortement accentués. Ils devraient être beaucoup plus vagues et se fondre plus doucement avec la nébulosité qui les entoure, surtout du côté de la queue. Une erreur s'est aussi glissée dans le texte : à la ligne 3, au lieu de temps moyen de Marseille, lisez temps moyen de Meudon.

» Au point de vue de l'Astronomie physique, il eût été intéressant de suivre avec assiduité les changements subis par la comète de 1812 en approchant du Soleil; mais l'état presque continuellement nuageux du ciel cet hiver ne permet que rarement de l'observer. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la réduction en fraction continue d'une fraction qui satisfait à une équation linéaire du premier ordre à coefficients rationnels.* Note de M. **Laguerre**, présentée par M. Hermite.

« Je me suis déjà à plusieurs reprises occupé de cette question, notamment dans une Note insérée dans le *Bulletin de la Soc. math.* (t. VIII, p. 21); mais, bien que l'objet principal de mes recherches soit résolu par l'analyse que j'y ai employée, je n'ai pas énoncé explicitement le résultat et je demanderai la permission de revenir sur ce sujet.

» Soit z une fonction, développable suivant les puissances décroissantes de x, qui satisfait à l'équation

$$Wz' = 2Vz + U,$$

où U, V et W désignent des polynômes entiers; sa réduction en fraction continue se ramène à la recherche de deux polynômes dont les coefficients dépendent du degré n du dénominateur f_n de la réduite de rang n et dont l'un θ_n est du degré de la fonction $\frac{V}{x} + \frac{W}{x^2}$, l'autre Ω_n étant d'un degré supérieur d'une unité. Ces polynômes sont déterminés par les conditions suivantes, à savoir que $\Omega_n + \Omega_{n+1}$ soit divisible par θ_{n+1} et $\Omega_n^2 - V^2 - P_{n+1}\theta_n\theta_{n+1}$ par W; P_{n+1} désigne un coefficient variable avec n et dont la valeur est

prise arbitrairement; on a donc

(1) $$\Omega_n^2 - V^2 - P_{n+1}\Theta_n\Theta_{n+1} = WR_n$$

et

(2) $$\Omega_{n+1} + \Omega_n = \Theta_{n+1}Q_{n+1},$$

R_n et Q_{n+1} désignant deux polynômes entiers dont le dernier est du premier degré. Cela posé, on a les formules suivantes :

$$f_{n+1} - Q_n f_n + P_n f_{n-1} = 0$$

et

(3) $$W\Theta_n f_n'' + [(2V+W')\Theta_n - W\Theta_n']f_n' + [\Theta_n(\Omega_n - V) - \Theta_n(R_n + \Omega_n' - V')]f_n = 0.$$

» Des relations (1) et (2) on déduit d'ailleurs l'identité

$$\Theta_{n+1}[(\Omega_{n+1} - \Omega_n)Q_{n+1} - (P_{n+1}\Theta_{n+2} - P_{n+1}\Theta_n)] = W(R_{n+1} - R_n),$$

qui se décompose en les deux suivantes :

(4) $$(\Omega_{n+1} - \Omega_n)Q_{n+1} - (P_{n+1}\Theta_{n+2} - P_{n+1}\Theta_n) = WT_n$$

et

(5) $$R_{n+1} - R_n = \Theta_{n+1}T_n,$$

où T_n désigne un polynôme entier.

» Comme application, soit d'abord $z = \log\frac{1+x}{1-x}$, d'où $(1-x^2)z' = 2$; dans ce cas, $W = 1 - x^2$ et $V = 0$. Θ_n est donc une constante α_n : je ferai $P_n = n^2$ et poserai $\Omega_n = a_n x + b_n$. L'équation (3) devient

$$(1-x^2)f_n'' - 2xf_n' - (R_n + a_n)f_n = 0,$$

d'où l'on voit que $R_n = -n(n+1) - a_n$; l'identité (1) devient alors

$$(a_n x + b_n)^2 - (n+1)^2\alpha_n\alpha_{n+1} = (x^2-1)(n^2+n+a_n);$$

on déduit de là $b_n = 0$, $a_n^2 - a_n - n(n+1) = 0$; ce qui donne les deux valeurs suivantes de a_n : $a_n = -n$ (une discussion facile montre qu'elle doit être rejetée) et $a_n = n+1$; puis ensuite $\alpha_n\alpha_{n+1} = 1$, d'où, si l'on prend $\alpha_0 = 1$, $\alpha_n = 1$ et enfin, en vertu de la formule (2), $Q_{n+1} = (2n+3)x$, ce qui donne la formule de récurrence $f_{n+1} - (2n+1)xf_n + n^2 f_{n-1} = 0$.

» Soit, en second lieu, la fonction $z = e^{-\frac{2}{x} - \frac{g}{x^2}}$, qui satisfait à l'équation

$$x^3 z' = 2(x+g)z;$$

on a, dans ce cas,

$$W = x^3 \quad \text{et} \quad V = x + g.$$

Θ_n est donc un polynôme du premier degré $\alpha_n x + \beta_n$ et Ω_n un polynôme du second degré; je ferai $P_n = 1$. Soit ρ le coefficient de x^2 dans Ω_n; l'équation (1) montre que ρ^2 est le coefficient de x dans R_n et, en égalant à zéro le coefficient de x^{n+2} dans le premier membre de l'identité (3), on obtient l'équation

$$\rho^2 + \rho - n(n+1) = 0;$$

la racine $\rho = n$, comme on le prouve aisément, est à rejeter : on a donc

$$\rho = -(n+1),$$

et Ω_n est de la forme $-(n+1)x^2 + a_n x + b_n$.

» On tire de la relation (5) $T_n = \frac{2n+3}{\alpha_{n+1}}$ et, la relation (4) montrant que Q_{n+1} est la partie entière du quotient de $T_n x^3$ par $\Omega_{n+1} - \Omega_n$, on en déduit

$$Q_{n+1} = -\frac{2n+3}{\alpha_{n+1}}(x + a_{n+1} - a_n).$$

» L'identité (2) donne alors les relations

(6) $$(2n+3)\beta_{n+1} = \alpha_{n+1}[(2n+2)a_n - (2n+4)a_{n+1}]$$

et

(7) $$b_{n+1} + b_n = (a_{n+1} - a_n)[(2n+4)a_{n+1} - (2n+2)a_n].$$

» Enfin, de l'identité (2) on déduit les relations suivantes :

(8) $$\alpha_n \alpha_{n+1} = a_n^2 - 2(n+1)b_n - 1,$$

(9) $$\alpha_n \beta_{n+1} + \beta_n \alpha_{n+1} = 2a_n b_n - 2g,$$

(10) $$\beta_n \beta_{n+1} = b_n^2 - g^2$$

et

$$R_n = (n+1)^2 x - 2(n+1)a_n.$$

» Cela posé, on voit que, si l'on connaît les valeurs de α_n, β_n, a_n et b_n, les valeurs de α_{n+1} et de β_{n+1} pourront se tirer des formules (8) et (10); la formule (6) permettra ensuite de calculer a_{n+1}, et la formule (7), b_{n+1}.

On saura donc calculer, de proche en proche et par voie récurrente, les polynômes Q_n, dont la valeur est donnée par la formule

$$Q_n = -\frac{2n+1}{\alpha_n}(x + a_n - a_{n-1}),$$

puis les dénominateurs et les numérateurs des réduites par les formules

$$f_{n+1} - Q_n f_n + f_{n-1} = 0,$$
$$\varphi_{n+1} - Q_n \varphi_n + \varphi_{n-1} = 0. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Abaissement des limites fournies par la règle des signes de Descartes.* Note de M. **D. André**, présentée par M. Hermite.

« Étant donnée une équation algébrique quelconque $f(x) = 0$, la règle des signes de Descartes fournit, comme on sait, deux limites supérieures, l'une v, du nombre des racines positives de cette équation, l'autre ϖ, du nombre des racines négatives. Ces deux limites peuvent se déterminer, sans calcul, sur le polynôme $f(x)$. Elles sont d'ordinaire trop élevées, et il y a intérêt à les abaisser.

» Grâce à une étude approfondie des variations qui se perdent dans la multiplication de $f(x)$ par $x + \alpha$, je suis parvenu, pour cet abaissement, à deux théorèmes, relatifs, l'un aux racines positives, l'autre aux racines négatives de l'équation $f(x) = 0$; et ces théorèmes présentent ce double avantage : d'abord, de donner tout l'abaissement que l'on peut tirer de la considération de ces variations perdues; ensuite, d'être applicables dès que quelques coefficients de $f(x)$ satisfont à certaines *inégalités*, c'est-à-dire dans des cas très généraux, qui se rencontrent à chaque instant.

» Ce sont ces théorèmes que je vais exposer, en les faisant précéder de quelques préliminaires indispensables.

» Soit $f(x)$ un polynôme entier quelconque, complet ou incomplet, ordonné par rapport aux puissances décroissantes de x. Considérons-y trois termes consécutifs, c'est-à-dire trois termes où les exposants de x soient trois nombres entiers consécutifs. Si, dans ce groupe de trois termes, les coefficients extrêmes sont de même signe, et que le carré du coefficient moyen ne dépasse pas le produit des coefficients extrêmes, ce groupe constitue un *trinôme abaisseur*. Les trinômes abaisseurs sont de la première ou de la seconde espèce, selon qu'ils nous présentent deux variations ou deux permanences. Si l'on désigne par L, M, N les valeurs absolues des trois

coefficients d'un trinôme abaisseur, soit de la première, soit de la seconde espèce, le carré M^2 est toujours inférieur ou égal au produit LN; et l'on dit que le nombre positif α est *compris* dans ce trinôme abaisseur, lorsque ce nombre satisfait à cette double relation

$$\frac{M}{L} \leq \alpha \leq \frac{N}{M}.$$

» D'ailleurs, deux trinômes abaisseurs sont *distincts* lorsqu'ils n'ont pas plus d'un terme en commun; plusieurs trinômes abaisseurs sont *distincts*, lorsque deux quelconques d'entre eux sont distincts; et des trinômes abaisseurs, en nombre quelconque, sont *compatibles* lorsqu'il existe un nombre α, au moins, qui soit compris dans chacun d'eux.

» Ces définitions posées, nous pouvons énoncer, sur la multiplication de $f(x)$ par $x+\alpha$, le théorème fondamental suivant :

» Théorème fondamental. — *Lorsque l'on multiplie $f(x)$ par $x+\alpha$, le nombre α étant positif, il se perd juste autant de couples de variations qu'il y a, dans $f(x)$, de trinômes abaisseurs de la première espèce, distincts les uns des autres et comprenant α.*

» Ce théorème nous permet de résoudre, sur la multiplication par $x+\alpha$, un certain nombre de problèmes intéressants. Il nous montre notamment que le nombre maximum des variations qui se peuvent perdre, dans cette multiplication, est juste égal au double du plus grand nombre de trinômes abaisseurs de la première espèce, distincts et compatibles, que présente le polynôme $f(x)$. Et cette remarque nous conduit immédiatement aux deux théorèmes que voici :

» Théorème I. — *Si l'on désigne par θ le plus grand nombre de trinômes abaisseurs de la première espèce, distincts et compatibles, que présente le polynôme $f(x)$, le nombre des racines positives de l'équation $f(x)=0$ est au plus égal à $v-2\theta$, et s'il est inférieur à cette limite, c'est d'un nombre pair.*

» Théorème II. — *Si l'on désigne par τ le plus grand nombre de trinômes abaisseurs de la seconde espèce, distincts et compatibles, que présente le polynôme $f(x)$, le nombre des racines négatives de l'équation $f(x)=0$ est au plus égal à $w-2\tau$, et s'il est inférieur à cette limite, c'est d'un nombre pair.*

» Tels sont les deux théorèmes que je voulais faire connaître. On peut remarquer que les quatre nombres v, w, θ et τ qu'ils contiennent se déduisent, sans calcul, de l'examen du polynôme $f(x)$. Pour en donner une application, je considérerai l'équation

$$x^6 - x^5 + 2x^4 + x^3 + 3x^2 - 2x + 5 = 0,$$

où les nombres v, w, θ et τ ont pour valeurs numériques respectives 4, 2, 2 et 1. Il s'ensuit que, pour cette équation, chacune des différences $v - 2\theta$, $w - 2\tau$ est égale à zéro; par conséquent, cette équation n'a aucune racine positive, ni aucune racine négative : toutes ses racines sont imaginaires.

» On peut d'ailleurs, en général, remarquer que, si l'on désigne par m le degré de l'équation $f(x) = 0$, le nombre des racines imaginaires de cette équation est au moins égal à $m - v + 2\theta - w + 2\tau$, c'est-à-dire, *a fortiori*, au moins égal à $2\theta + 2\tau$.

» Dans un Mémoire qui paraîtra bientôt, je donnerai, avec tout le détail nécessaire, les démonstrations des théorèmes qui précèdent, ainsi que les énoncés et les démonstrations de plusieurs autres théorèmes. Je ferai connaître, en même temps, un mode très simple et très utile de représenter graphiquement le système des trinômes abaisseurs, soit de la première, soit de la seconde espèce, qui se trouvent dans un polynôme donné. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la distribution du potentiel dans des masses liquides limitées par des faces planes.* Note de M. **Appell**, présentée par M. Bouquet.

« Dans une Note présentée à l'Académie le 23 septembre 1883, M. Chervet a exprimé, à l'aide d'une formule intéressante, la distribution du potentiel dans une masse liquide indéfinie limitée par deux plans parallèles, en supposant les électrodes placées en deux points symétriques par rapport au plan médian. La fonction introduite par M. Chervet pour exprimer ce potentiel est, d'après les dénominations que j'ai employées dans ma Note du 5 février 1883, une fonction uniforme de x, y, z admettant un groupe de périodes et ayant une infinité de pôles du premier degré sur la droite joignant les électrodes. Il résulte d'une correspondance que nous avons échangée à ce sujet, M. Chervet et moi, que cette même méthode peut être étendue au cas d'une masse liquide indéfinie ayant la forme d'un prisme droit à base rectangle, les électrodes étant placées aux milieux des côtés opposés d'une même section droite; le potentiel est alors une fonction uniforme de x, y, z, ayant deux groupes de périodes et admettant une infinité de pôles simples dans la section droite des deux électrodes.

» J'ai reconnu depuis que ces résultats sont susceptibles d'une grande extension, et jusqu'à présent j'ai résolu la même question :

» 1° Pour une masse liquide indéfinie limitée par deux plans parallèles ou ayant la forme d'un prisme droit à base rectangle, mais en supposant les électrodes placées d'une façon quelconque ;

» 2° Pour une masse liquide ayant la forme d'un parallélépipède rectangle, les électrodes étant placées d'une façon quelconque.

» La solution de toutes ces questions peut se résumer ainsi : en considérant l'une des électrodes comme un point lumineux et les faces planes de la masse liquide comme des surfaces réfléchissantes du côté du liquide, on construit toutes les images de ce point et l'on forme une fonction $F(x, y, z)$ satisfaisant à l'équation $\Delta F = 0$, et admettant pour pôles de résidus $+1$ le point lumineux et toutes ses images; considérant, de même, l'autre électrode et toutes ses images, on formera une fonction analogue $F_1(x, y, z)$ ayant tous ces points pour pôles de résidus $+1$; la différence

$$F(x, y, z) - F_1(x, y, z),$$

augmentée d'une fonction entière convenable, sera le potentiel cherché. La formation de ces deux fonctions F et F_1 repose sur l'extension du théorème de M. Mittag-Leffler aux fonctions uniformes vérifiant l'équation $\Delta V = 0$, extension que j'indique en détail dans un Mémoire actuellement en cours de publication dans les *Acta mathematica*. Il est à présumer que cette règle fournira le potentiel dans un grand nombre d'autres masses liquides limitées par des plans : c'est ce que je me réserve d'examiner dans un Mémoire plus étendu (¹).

» Je me borne, dans cette Note, à indiquer le résultat pour une masse liquide ayant la forme d'un parallélépipède rectangle, en me plaçant dans le cas le plus simple. Supposons les axes coordonnés choisis de telle façon que les six faces du parallélépipède aient pour équations

$$x = \pm \tfrac{1}{2}, \quad z = \pm \tfrac{1}{2}, \quad y = 0, \quad y = \tfrac{1}{2};$$

supposons de plus les électrodes placées aux points où l'axe Oy coupe les deux faces $y = 0$ et $y = \frac{1}{2}$.

» Le potentiel s'exprime alors à l'aide de la fonction $Z(x, y, z)$, définie dans ma Note du 5 février 1883, fonction qui a pour pôles de résidus $+1$, tous les points ayant pour coordonnées

$$x = m, \quad y = n, \quad z = p,$$

(¹) *Voir* à ce sujet le *Traité d'Électricité de Maxwell*, vol. I, p. 191 et 366.

où m, n, p sont des entiers quelconques positifs, négatifs ou nuls; la fonction $Z(x, y+\frac{1}{2}, z)$ a de même pour pôles de résidu $+1$ tous les points ayant pour coordonnées

$$x = m, \quad y = n + \tfrac{1}{2}, \quad z = p.$$

» Le potentiel cherché est alors, à un facteur constant près, égal à la fonction

$$V(x, y, z) = \frac{\lambda}{8} + \frac{\lambda}{2} y + Z(x, y, z) - Z(x, y+\tfrac{1}{2}, z),$$

où λ est une constante numérique connue (¹).

» Cette fonction $V(x, y, z)$ admet, par rapport à chacune des variables x, y, z, la période 1 et elle vérifie l'équation

$$V(x, y+\tfrac{1}{2}, z) + V(x, y, z) = 0;$$

de plus, elle est paire par rapport à chacune des variables.

» Une méthode semblable peut être appliquée à la recherche de la distribution du potentiel dans des plaques polygonales; la formation des fonctions analogues à celles que nous venons de désigner par $F(x, y, z)$ et $F_1(x, y, z)$ dépend alors du théorème de M. Weierstrass sur la décomposition d'une fonction uniforme d'une variable imaginaire en *facteurs primaires.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations aux dérivées partielles du second ordre, qui contiennent linéairement les dérivées les plus élevées.* Note de M. **R. Liouville.**

« Soit, en adoptant les notations d'Ampère,

$$(1) \qquad Hr + 2Ks + Lt + M = 0$$

une équation linéaire relativement aux dérivées du second ordre; les coefficients H, K, L, M qui y figurent ne sont assujettis qu'à la seule condition de ne pas renfermer la fonction inconnue.

» Il existe toujours une substitution par laquelle, prenant pour inconnue nouvelle une certaine fonction des dérivées du premier ordre de l'inconnue

(¹) Cette constante λ est celle qui figure dans les relations exprimant les propriétés fondamentales de la fonction $Z(x, y, z)$; la constante μ de ces mêmes relations est égale à $\frac{\lambda}{2}$.

primitive et des variables indépendantes, on transforme l'équation proposée en une autre, également linéaire par rapport aux dérivées du second ordre. La résolution de cette dernière entraîne celle de l'équation qu'on étudie, et inversement; enfin cette nouvelle équation peut admettre des intégrales intermédiaires, alors que la proposée n'en avait aucune.

» Soit, en effet, V une fonction des seules variables x, y, p, q, et supposons qu'elle soit choisie de manière à satisfaire la première équation des caractéristiques, c'est-à-dire la suivante :

$$(2) \qquad -L\frac{\partial V}{\partial p} + (K \pm \sqrt{G})\frac{\partial V}{\partial q} = 0,$$

où G désigne le binôme $K^2 - HL$.

» Représentons par z_1 ce que devient la fonction V, lorsqu'on y substitue à p et q leurs expressions, supposées connues, en fonction de x et de y, et par p_1, q_1, r_1, s_1, t_1 ses dérivées des deux premiers ordres. Il est facile de voir qu'on a, en vertu de l'équation proposée (1),

$$(3) \qquad Hp_1 + (K \pm \sqrt{G})q_1 = H\frac{\partial V}{\partial x} + (K \pm \sqrt{G})\frac{\partial V}{\partial y} - M\frac{\partial V}{\partial p},$$

et cette relation, jointe à celle qu'on a déjà,

$$z_1 = V(x, y, p, q),$$

permet d'exprimer les fonctions p et q à l'aide de z_1, p_1, q_1 et de x et y. Comme, d'ailleurs, on doit avoir

$$\frac{\partial p}{\partial y} = \frac{\partial q}{\partial x},$$

on en déduit une équation aux dérivées partielles du second ordre à laquelle satisfait la fonction z_1; c'est la transformée que nous nous proposions d'obtenir, évidemment linéaire relativement à r_1, s_1, t_1, comme nous l'avons dit. Si l'équation donnée (1) est linéaire à l'égard des dérivées du premier ordre p et q, comme de celles du second ordre, la transformée est aussi une équation purement linéaire.

» 2. Comme première application de la transformation proposée, nous étudions l'équation

$$(4) \qquad (x^2 - y^2)(r - t) + 4xys = 0,$$

par laquelle on détermine toutes les représentations planes de la sphère,

qui conservent les aires infiniment petites et en même temps l'orthogonalité des méridiens et des parallèles. Nous parvenons à ce résultat :

» *Toute solution connue de l'équation*

$$(x^2 - y^2)(r - t) + 4xys = 0$$

en fait connaître une autre qui s'exprime ainsi

$$(5) \qquad z_1 = (y + x)p + (y - x)q,$$

et une autre encore donnée par la formule

$$(6) \qquad \left\{ \begin{aligned} 2z_0 = \int dx &\left[\frac{(x^2 - y^2)q + (x - y)^2 p + 2yz}{x^2 + y^2}\right] \\ + dy &\left[\frac{(x^2 - y^2)p + (x + y)^2 q - 2xz}{x^2 + y^2}\right], \end{aligned} \right.$$

et celle-ci en fait connaître une autre par une transformation semblable, et ainsi de suite.

» Comme première intégrale, on peut prendre, par exemple,

$$(7) \qquad z = \operatorname{arc\,tang} \frac{y}{x}.$$

» Entre les intégrales déduites des équations (6) et (7), on prouve aisément qu'il n'existe jamais une relation linéaire.

» On obtient des résultats tout à fait analogues pour l'équation

$$r + 2qs + (q^2 - b^2)t = 0,$$

de laquelle dépend le mouvement d'un fluide élastique, lorsqu'on tient compte de la grandeur de ses vibrations.

» Si l'Académie veut bien le permettre, j'indiquerai, dans une autre Communication, quelques conséquences de la transformation proposée plus haut relativement aux équations purement linéaires, à celles surtout dont les coefficients ne dépendent que de l'une des deux variables indépendantes. »

MÉCANIQUE. — *Relation entre la puissance et la résistance appliquées aux deux points d'attache d'un frein à lame, lorsqu'on tient compte de l'élasticité de la lame.* Note de M. H. **Léauté**, présentée par M. Resal.

« Nous avons vu, dans une Communication précédente ([1]), que le module k des fonctions elliptiques qui s'introduisent dans la théorie générale du frein à lame, lorsqu'on tient compte de l'élasticité, est donné par la relation

$$\cos\frac{\alpha_0}{2} = k,$$

où α_0 est l'angle de la tangente à la lame au point d'attache, avec la force P appliquée en ce point.

» Plus la lame est flexible, et plus α_0 est petit; il est bien clair que, pour une lame parfaitement flexible, α_0 serait nul, puisque cette lame ne pourrait résister que suivant sa longueur; k serait donc égal à l'unité. Or, dans la pratique, on a intérêt à prendre la lame aussi flexible que possible, car on augmente ainsi l'arc embrassé et, par suite, l'énergie du frein; aussi α_0 est-il toujours une petite quantité. Dans les applications, le module k se trouve, dès lors, très voisin de l'unité, et on peut le supposer égal à cette limite. Ceci permet de ramener les fonctions elliptiques à de simples fonctions hyperboliques, fait disparaître la principale difficulté du calcul et conduit, comme on va le voir, à des résultats particulièrement simples.

» Si, en effet, on désigne par σ l'arc compté à partir de l'extrémité libre de la lame, par ρ le rayon de courbure, par α l'angle de l'élément de lame considéré avec la force P appliquée à l'extrémité, par E le coefficient d'élasticité longitudinale, par I le moment d'inertie d'une section normale par rapport à l'axe de flexion, et par a la quantité $\sqrt{\frac{\mathrm{EI}}{\mathrm{P}}}$, on a, ainsi que nous l'avons montré dans le travail précédemment cité,

$$\frac{1}{\rho} = \frac{2kk'}{a}\,\frac{\sin\operatorname{am}\frac{\sigma}{a}}{\Delta\operatorname{am}\frac{\sigma}{a}} = \frac{2}{a}\cos\operatorname{am}\left(\mathrm{K} - \frac{\sigma}{a}\right),$$

([1]) *Comptes rendus*, 7 janvier 1884.

$$\cos\frac{\alpha}{2} = k\frac{\cos\operatorname{am}\frac{\sigma}{a}}{\Delta\operatorname{am}\frac{\sigma}{a}} = k\sin\operatorname{am}\left(K - \frac{\sigma}{a}\right),$$

$$\sin\frac{\alpha}{2} = \frac{k'}{\Delta\operatorname{am}\frac{\sigma}{a}} = \Delta\operatorname{am}\left(K - \frac{\sigma}{a}\right);$$

on en déduit, quand le module devient égal à l'unité,

$$\frac{1}{\rho} = \frac{2}{a}\frac{1}{\cos\operatorname{hyp}\left(K - \frac{\sigma}{a}\right)},$$

$$\cos\frac{\alpha}{2} = \operatorname{tang}\operatorname{hyp}\left(K - \frac{\sigma}{a}\right),$$

$$\sin\frac{\alpha}{2} = \frac{1}{\cos\operatorname{hyp}\left(K - \frac{\sigma}{a}\right)},$$

ce qui donne

$$\rho\sin\frac{\alpha}{2} = \frac{a}{2},$$

et comme, en pratique, l'angle $\frac{\alpha}{2}$ est toujours petit, on peut remplacer dans cette relation le sinus de cet arc par l'arc lui-même et la ramener à la forme très simple

$$\rho\alpha = a = \left[\frac{EI}{P}\right]^{\frac{1}{2}}.$$

» On voit ainsi que, si l'on a une lame flexible encastrée à une de ses extrémités et soumise à l'autre à une traction, l'angle de chaque élément de lame avec la direction de la force est inversement proportionnel au rayon de courbure en cet élément. De plus, cet angle, que l'on peut appeler l'*angle de déviation,* varie en raison inverse de la racine carrée de l'effort exercé. Il en est de même évidemment pour la distance de l'élément à la direction de la force. Il résulte de là que les directions des efforts qui tirent les extrémités de la lame étant connues, on en déduit immédiatement, en fonction de ces efforts, la position des points où cette lame cesse de toucher la poulie. Il suffit donc d'appliquer la formule que nous venons d'obtenir à la lame flexible qui, enroulée sur la poulie, constitue le frein, pour déterminer l'arc embrassé A.

» Dans ce but, représentons par A_1 l'arc, plus grand que A, qui constituerait l'arc embrassé si la lame était parfaitement flexible; cet arc A_1 dif-

fère de A des deux quantités $\frac{1}{r}\left[\frac{EI}{P_0}\right]^{\frac{1}{2}}$ et $\frac{1}{r}\left[\frac{EI}{P_1}\right]^{\frac{1}{2}}$, dans lesquelles P_0 et P_1 sont les deux forces qui agissent sur le frein aux deux points d'attache et où r est le rayon de la poulie.

» On a, dès lors,

$$A = A_1 - \frac{1}{r}\left[\frac{EI}{P_0}\right]^{\frac{1}{2}} - \frac{1}{r}\left[\frac{EI}{P_1}\right]^{\frac{1}{2}},$$

et comme l'on a, entre P_0 et P_1, ainsi que nous l'avons démontré [1], quand la lame est circulaire avant l'enroulement,

$$P_1 = P_0 e^{fA},$$

on en déduit

$$P_1 = P_0 \frac{e^{fA_1}}{e^{\frac{f}{r}\left[\left(\frac{EI}{P_0}\right)^{\frac{1}{2}} + \left(\frac{EI}{P_1}\right)^{\frac{1}{2}}\right]}};$$

mais les quantités $\frac{f}{r}\left(\frac{EI}{P_0}\right)^{\frac{1}{2}}$ et $\frac{f}{r}\left(\frac{EI}{P_1}\right)^{\frac{1}{2}}$ étant toujours petites, on peut écrire

(1) $$P_1 = P_0 e^{fA_1}\left[1 - \frac{f}{r}(EI)^{\frac{1}{2}}\left(\frac{1}{P_0^{\frac{1}{2}}} + \frac{1}{P_1^{\frac{1}{2}}}\right)\right],$$

et cette formule, facile à mettre en nombre, suffira pour les besoins de la pratique.

» En résumé, le problème du frein à lame, pris dans toute sa généralité, exige, pour être résolu d'une manière absolument rigoureuse, l'emploi des fonctions elliptiques, et nous avons indiqué les formules qui en donnent la solution. Mais, si l'on tient compte des conditions particulières, toujours remplies dans les applications, la solution se simplifie notablement et se laisse réduire à une formule unique d'une application facile. On peut ainsi énoncer comme il suit la règle simple qui constitue le résultat pratique de ce travail :

» *Dans un frein à lame flexible où la lame est rectiligne ou circulaire à l'état primitif, on a, entre la puissance et la résistance, lorsque le glissement est sur le point de se produire ou lorsqu'il a lieu uniformément, la relation* (1) *où* A_1 *est l'arc qui serait embrassé si la lame était parfaitement flexible, et* r *le rayon de la poulie.*

» Cette formule (1) permet aisément le calcul de P_1 en fonction de P_0

---

[1] *Comptes rendus*, 22 octobre 1883.

par la méthode des approximations successives; on prend d'abord

$$P_1 = P_0 e^{fA_1};$$

puis, portant cette valeur dans la formule (1), on a

$$P_1 = P_0 e^{fA_1}\left[1 - \frac{f}{r}\left(\frac{EI}{P_0}\right)^{\frac{1}{2}}\left(1 + e^{-\frac{fA_1}{2}}\right)\right],$$

et ainsi de suite. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'action réciproque de deux sphères électrisées.* Note de M. MASCART.

« Poisson a traité d'une manière générale le problème de la distribution de l'électricité sur deux sphères conductrices, mais les calculs très longs qu'entraîne l'application de sa méthode n'ont été effectués que pour un petit nombre de cas particuliers. En partant de l'idée ingénieuse des images électriques, Sir W. Thomson a indiqué des développements en série qui permettent de déterminer les masses électriques de deux sphères en fonction des potentiels et l'action réciproque en fonction des masses ou des potentiels; les calculs ont été réduits en Tables, pour le cas de deux sphères égales dont la distance des centres ne dépasse pas le double de leur diamètre.

» Lorsqu'on emploie la balance de Coulomb pour des mesures absolues, il peut être avantageux d'opérer à une distance plus grande, et il n'existe pas, à ma connaissance, de formule simple ni de Tables qui permettent alors de calculer les phénomènes avec une approximation suffisante. La méthode de Sir W. Thomson, simplifiée en quelques points, conduit à des formules dont l'exactitude paraît répondre à tous les besoins des expériences.

» Il suffit d'admettre que les images successives provenant de l'induction mutuelle des deux sphères sont respectivement concentrées au point qu'occupe la première d'entre elles, c'est-à-dire au point conjugué du centre de chaque sphère par rapport à l'autre. Avec cette hypothèse, si l'on considère deux sphères égales dont r est le rayon, d ou cr la distance des centres, m et m' les masses électriques, V et V′ les potentiels, on trouve aisément que la masse m de la première a pour expression

$$m = rV - \frac{r(c^2-1)^2}{c[(c^2-1)^2 - c^2]}\left(V' - \frac{c}{c^2-1}V\right).$$

» On peut considérer cette masse totale comme formée de deux parties, l'une $m_1 = r\mathrm{V}$, dont la distribution est homogène et dont l'action extérieure est la même que si elle était concentrée au centre; l'autre, $-m_2 = m - m_1$, qu'on pourra aussi supposer concentrée au point conjugué du centre de la seconde sphère, c'est-à-dire à la distance $\frac{r^2}{d}$ du centre de la première.

» La masse m' de la seconde sphère étant de même partagée en deux autres m'_1 et $-m'_2$, l'action réciproque des deux sphères a pour expression

$$f = \frac{m_1 m'_1}{d^2} - \frac{m_1 m'_2 + m'_1 m_2}{\left(d - \frac{r^2}{d}\right)^2} + \frac{m'_1 m'_2}{\left(d - 2\frac{r^2}{d}\right)^2}.$$

On pourra ainsi calculer les valeurs de m, m' et f en fonction des potentiels.

» Les résultats se simplifient beaucoup quand on suppose $m = m'$ et par suite $\mathrm{V} = \mathrm{V}'$; il vient alors

$$m = r\mathrm{V}\left[1 - \frac{c^2 - 1}{c(c^2 + c - 1)}\right],$$

$$f = \mathrm{V}^2\left[\frac{1}{c^2} - \frac{2c}{(c^2 - 1)(c^2 - c - 1)} + \frac{(c^2 - 1)^2}{(c^2 - 2)^2(c^2 + c - 1)}\right],$$

d'où l'on déduira le rapport $\frac{fr^2}{m^2}$ en fonction de la distance des centres.

» Il est clair, par la nature même de l'hypothèse admise, que ces formules sont d'autant plus exactes que la distance est plus grande. Pour avoir une idée de l'approximation qu'elles comportent, nous considérerons le cas extrême $c = 4$, qui correspond à la limite des Tables de Sir W. Thomson. On obtient ainsi

$$m = r\mathrm{V} \times 0{,}080262,$$

$$f = \mathrm{V}^2 \times 0{,}03761,$$

$$f = \frac{m^2}{r^2} \times 0{,}05838.$$

» Les valeurs des coefficients numériques données par les Tables sont respectivement 0,080258 — 0,03766 — 0,05846. L'erreur relative des formules approchées est donc d'environ 0,001 dans ce cas, qui est le plus défavorable. Si la valeur de c dépasse 5 ou 6, il est plus avantageux de développer les expressions en séries ordonnées suivant les puissances crois-

santes de $\frac{1}{c}$, dont les premiers termes sont

$$m = rV\frac{c}{c+1}\left[1 + \frac{1}{c^4}\left(1 - \frac{1}{c} + \frac{2}{c^2} - \frac{3}{c^3} + \frac{5}{c^4} - \dots\right)\right],$$

$$f = \frac{V^2}{(c+1)^2}\left[1 - \frac{2}{c^3}\left(2 - \frac{1}{c} + \frac{4}{c^2} - \frac{7}{c^3} + \frac{11}{c^4} - \dots\right)\right],$$

$$f = \frac{m^2}{d^2}\left[1 - \frac{2}{c^3}\left(2 + \frac{3}{c^2} - \frac{5}{c^3} + \frac{4}{c^4} - \dots\right)\right].$$

» Le terme principal dans chacune de ces expressions représente la valeur que l'on aurait trouvée en supposant que l'action extérieure de chaque sphère est la même que si sa masse électrique était concentrée en son centre.

» On remarquera, en particulier, que, pour la valeur de la force en fonction des masses, la formule simple employée par Coulomb ne comporte pas une erreur relative de 0,02 quand on fait seulement $c = 6$, c'est-à-dire quand la distance des centres est triple du diamètre des sphères. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la pile Skrivanow* (*modèle de poche*). Note de M. D. **Monnier**, présentée par M. Jamin.

« L'élément est constitué par une lame de zinc et par du chlorure d'argent enveloppé de papier parcheminé, plongeant dans une liqueur alcaline (75 parties de potasse caustique pour 100 parties d'eau).

» L'enveloppe est constituée par une petite auge en gutta-percha qui peut être hermétiquement fermée. Les conducteurs et les contacts extérieurs sont en argent. L'élément complet pèse environ 100^{gr}. La force électromotrice de cet élément est de $1^{volt},45$ à $1^{volt},50$. Il peut débiter un courant de 1 ampère pendant une heure environ. Au bout de ce temps, il suffit de renouveler le liquide potassique.

» Après deux ou trois renouvellements du liquide potassique, le chlorure d'argent doit être remplacé. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les variations de la force électromotrice dans les accumulateurs.* Note de M. E. **Reynier**, présentée par M. du Moncel. (Extrait par l'auteur.)

« Les expériences ont porté sur trois systèmes de piles secondaires : 1° l'accumulateur Planté : plomb réduit, plomb peroxydé, eau acidulée

sulfurique; 2° l'accumulateur *au cuivre :* plomb cuivre, plomb peroxydé, solution acidulée de sulfate de cuivre; 3° l'accumulateur au *zinc amalgamé* : plomb zingué, plomb peroxydé, solution acidulée de sulfate de zinc. Les trois spécimens expérimentés n'étaient pas complètement *formés*.

» Des mesures de force électromotrice ont été faites, pendant la *charge* et la *décharge*, par la méthode de l'*égale déviation*.

» Mes expériences confirment précisément et étendent les observations déjà anciennes de M. Gaston Planté, sur les variations de la force électromotrice dans les accumulateurs. Voici les conclusions de mon travail :

» I. Dans les trois systèmes d'accumulateurs étudiés, la force électromotrice secondaire est notablement plus élevée durant la charge que pendant la décharge. Le rapport de la plus petite de ces valeurs à la plus grande pourrait être appelé *coefficient de baisse*; c'est un *facteur de perte* qui affecte le *rendement* des accumulateurs.

» II. La surélévation fugitive de la force électromotrice augmente :

» 1° Avec l'intensité du courant de charge (G. Planté);

» 2° Avec la force électromotrice de la source.

» III. Dans l'accumulateur Planté, la force électromotrice est au moins $1^{\text{volt}},95$ pendant la charge, et au plus $1^{\text{volt}},85$ pendant la décharge. Le coefficient de baisse est donc 0,95, dans les conditions les plus favorables.

» IV. Dans l'accumulateur au cuivre, la force électromotrice est au moins $1^{\text{volt}},43$ pendant la charge, et au plus $1^{\text{volt}},25$ pendant la décharge. Le coefficient de baisse est 0,87, dans les conditions les plus favorables. L'accumulateur au cuivre est celui qui perd le plus.

» V. Dans l'accumulateur au zinc amalgamé, la force électromotrice est au moins $2^{\text{volts}},4$ pendant la charge, et au plus $2^{\text{volts}},36$ pendant la décharge. Le coefficient de baisse est 0,983, dans les conditions les plus favorables. L'accumulateur au zinc amalgamé est celui qui perd le moins.

» VI. Dans la pratique, les pertes à subir par les variations de la force électromotrice seront presque toujours supérieures à celles qu'on vient d'indiquer, parce qu'on emploie généralement des régimes de charge et de décharge plus rapides que ceux qui correspondent aux expériences dont les résultats sont résumés ici. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur un moyen d'obtenir la longitude d'un lieu, où l'on connaît la latitude et le temps sidéral, par l'observation de la hauteur vraie de la Lune à un moment précis connu d'avance.* Note de M. CH. ROUGET, présentée par M. F. Perrier.

« Dans un Mémoire présenté le 10 janvier 1881, j'ai fait voir que l'on peut calculer, exactement, pour une nuit déterminée, les coordonnées de la Lune au moment de son passage sur une trajectoire de même hauteur ou de même verticalité, avec l'heure sidérale de Paris correspondante.

» Lorsqu'on observe le passage de cette trajectoire sur un parallèle donné (il suffit de son époque dans le cas actuel), en général la Lune aura déjà passé ou n'aura pas encore passé sur la trajectoire, puisqu'il n'y a qu'un point sur le parallèle d'où l'on puisse observer le phénomène complet. J'ai pensé que le calcul de la correction à faire pour obtenir la longitude du lieu d'observation pouvait s'effectuer autrement que par la méthode des azimuts que j'avais alors indiquée.

» On peut, en effet, employer la hauteur vraie de la Lune à l'heure du passage de la trajectoire qui est constante pour tous les points du parallèle.

» Soient (α', δ') les coordonnées de la Lune au moment de son passage en L' sur la trajectoire $(\theta_{\varepsilon T}, A_T)$, et Z'L' la distance zénithale de ce point comprise sur cette trajectoire jusqu'au zénith Z' situé sur le parallèle l. Cette distance ne change pas.

» Si, avec deux positions de la Lune prises dans la *Connaissance des Temps* et situées, d'après la Carte, avant et après le passage, on calcule les éléments $(\theta_{\varepsilon L}, A_L)$ d'une trajectoire de même verticalité (la Lune décrit un grand cercle dans ces limites), on aura au point $L'(\alpha', \delta')$, en y menant un méridien, deux angles Π_L et Π_T formant l'angle total Π.

» Chacun de ces angles défini par les relations

$$\sin\Pi_T = \pm\frac{\cos A_T}{\cos\delta'},\quad \sin\Pi_L = \mp\frac{\cos A_L}{\cos\delta'},\quad \sin\Pi = \frac{\sin\lambda\sin A_L\sin A}{\sin\delta'},$$

où

$$\lambda = \theta_{\varepsilon T} - \theta_{\varepsilon L}.$$

» Or la Lune n'est pas en L', elle est en L, le zénith actuel est en Z; on a, dans le triangle LL'Z, en mesurant directement la distance zénithale ZL de la Lune,

$$\cos ZL = \cos ZL'\cos LL' + \sin ZL'\sin LL'\cos\Pi,$$

d'où l'on tire LL', chemin parcouru ou à parcourir depuis ou avant le passage.

» Joignant au pôle les points L, L', on a

$$\sin(\delta' + d\delta') = \sin\delta' \cos LL' + \cos\delta' \sin LL' \cos \Pi_L,$$

d'où l'on conclura la variation $d\delta'$ en déclinaison de la Lune, que l'on convertit facilement en temps sidéral employé, par l'éphéméride de Paris; d'où la correction demandée.

» La variation $d\alpha'$ en ascension droite, que l'on peut encore mieux employer, est donnée par la formule

$$\operatorname{tang} d\alpha' = \frac{\sin \Pi_L \operatorname{tang} LL'}{\cos\delta' - \sin\delta' \operatorname{tang} LL' \cos \Pi_L}.$$

Les circonstances du phénomène indiquent la solution qu'il faut choisir, car il y a deux points de la route de la Lune qui ont la même distance zénithale. D'ailleurs, l'azimut de la trajectoire est connu, et les deux couples de coordonnées que l'on aura calculés, en cas de doute sur la position de la Lune, donneront deux azimuts différents que l'on pourra comparer à celui de la trajectoire. Cette observation est possible à la mer. »

MÉCANIQUE. — *Sur le gyroscope marin*. Note de M. **Edm. Dubois**, présentée par M. Faye. (Extrait par l'auteur.)

« D'après les ordres du Ministre de la Marine, de nouvelles expériences sur le *gyroscope marin* ont été faites, le 11 et le 16 novembre 1883, en rade de Brest, à bord du cuirassé *le Turenne*, qui faisait ses essais de machine, de canon et de vitesse.

» La Commission, composée de MM. Boulhac de Rochebrune, capitaine de frégate, Le Fournier, lieutenant de vaisseau, et Alheilig, ingénieur de la Marine, devait utiliser les gyrations faites par le *Turenne* pour ses essais de machine, pour s'assurer que le gyroscope marin déterminait bien, pendant un temps suffisant, un *plan invariable*.

» La marche du bâtiment, pendant ces essais, ne permettant pas de comparer le plan du tore à des points fixes à terre, on a comparé les mouvements de gyration indiqués par le gyroscope à ceux qui étaient indiqués, en même temps, par un compas *Thompson*, parfaitement sensible et bien réglé trois jours avant, dans la baie de l'*Auberlac'h*, en même temps que les autres compas du bord.

» Voici les résultats des comparaisons faites dans les journées du 11 et du 16, comparaisons qui se divisent en cinq séries. Dans les deux premières, nous indiquons les intervalles de temps marqués à une montre à secondes, pour les gyrations successives d'un arc de 30° au gyroscope. A la 4ᵉ série, les *tops* étaient donnés après chaque 10°, et à la 5ᵉ série après chaque 20°.

Le 11 novembre, 1ʳᵉ série (arc de 30° au gyroscope).

Indications du compas.	Indications corrigées de la déviation.	Arcs indiqués par le compas.	Différence.	Intervalles.
°	° ′	° ′	° ′	s
S. 82 E.	S. 78.40 E.	29.40	—0.20	31
N. 70 E.	N. 71.40 E.	31.20	+1.20	32
N. 40 E.	N. 40.20 E.	30.20	+0.20	41
N. 9 E.	N. 10.00 E.	30.40	+0.40	61
N. 23 O.	N. 20.40 O.	30.00	0	63
N. 53 O.	N. 50.40 O.	34.50	+4.50	54
N. 84 O.	N. 85.30 O.	29.00	—1	52
S. 64 O.	S. 65.30 O.			

Le 11 novembre, 2ᵉ série (arc de 30° au gyroscope).

N. 42 E.	N. 42.20 E.	31.20	+1.20	31
N. 72 E.	N. 73.40 E.	31.00	+1.00	32
S. 79 E.	S. 75.20 E.	31.40	+1.40	61
S. 49 E.	S. 43.40 E.	29.00	—1.00	63
S. 20 E.	S. 14.40 E.	28.00	—2.00	56
S. 10 O.	S. 13.20 O.	28.20	—1.40	57
S. 40 O.	S. 41.40 O.	28.40	—1.20	41
S. 69 O.	S. 70.20 O.			

Le 16 novembre, 3ᵉ série (arc de 30° au gyroscope).

N. 83 E.	N. 85.20 E.	31.00	+1.00	»
S. 68 E.	S. 63.40 E.	29.00	—1.00	»
S. 40 E.	S. 34.40 E.	29.30	—0.30	»
S. 10 E.	S. 5.20 E.	28.00	—2.00	»
S. 20 O.	S. 22.40 O.	30.00	0	»
S. 51 O.	S. 52.40 O.	28.40	—1.20	»
S. 80 O.	S. 81.20 O.			

Le 16 novembre, 4ᵉ série (arc de 10° au gyroscope).

N. 80 O.	N. 78.20 O.	9.20	—0.40	»
N. 71 O.	N. 69 O.	9.30	—0.30	»
N. 61.30 O.	N. 59.30 O.	10.50	+0.50	»
N. 52 O.	N. 48.40 O.	7.20	+2.40	»
N. 44 O.	N. 41.20 O.	8.50	+1.10	»
N. 35 O.	N. 32.30 O.			

Le 16 novembre, 5e série (arc de 20° au gyroscope).

Indications du compas.	Indications corrigées de la déviation.	Arcs indiqués par le compas.	Différence.	Intervalles.
N.48 E.	N.48.30 E.			
N.68 E.	N.69.20 E.	20.50	+0.50	»
S.88 E.	S.85 E.	25.40	+5.40	»
S.67.30 E.	S.63.10 E.	21.50	+1.50	»

» Des deux premières séries, il résulte que le tore a tourné pendant $5^m 34^s$ pour la première, et pendant $5^m 41^s$ pour la seconde. Dans chacune de ces séries, le navire a effectué une gyration de 210° à la suite de laquelle le mouvement du tore a été arrêté.

» Le navire a mis 48^s, en moyenne, à parcourir 30°, ce qui donne $1^s,5$ pour chaque degré. On comprend alors que les erreurs de lecture au compas Thompson, au moment des tops donnés par l'observateur du gyroscope, peuvent aller jusqu'à 1° ou 2°. Les gyrations de 210° ont été parcourues sans interruption, et le gyroscope n'a été réglé qu'une *seule fois*, le 11, avant de commencer les expériences.

» Des cinq séries d'expériences, il résulte que, sur les vingt-huit comparaisons qui ont été faites entre les arcs indiqués au gyroscope et ceux qui étaient indiqués au compas Thompson, vingt-six *donnent un accord des plus satisfaisants;* aussi la conclusion de la Commission, dans son Rapport au Ministre, est la suivante :

« Des résultats précédents, la Commission croit devoir conclure que l'appareil de M. Dubois paraît bien réaliser sur un navire la condition d'avoir un *plan invariable* d'après leque on pourrait, en marche et au moyen d'une gyration, relever les « déviations relatives » d'un compas par rapport à la position initiale d'où il serait parti.... »

» A la suite de ce Rapport, le Ministre de la Marine a ordonné que le gyroscope marin serait placé sur l'éclaireur d'escadre *le Duchaffaut,* qui part pour la Nouvelle-Calédonie dans quelques jours. »

CHIMIE. — *Sur un nouveau mode de préparation du permanganate de baryte.* Note de MM. **G. Rousseau** et **B. Bruneau**, présentée par M. Berthelot.

« Ce sel a été décrit pour la première fois par Mitscherlich; il l'a obtenu en décomposant le permanganate d'argent par le chlorure de baryum. Il

n'a pu réussir à le préparer par double décomposition, à l'aide du permanganate de potasse et du chlorate de baryte [1].

» Depuis, divers expérimentateurs, Fromherz, Wœhler, Bœttger, ont essayé de décomposer le manganate de baryte, en suspension dans l'eau bouillante, par un courant d'acide carbonique. Malheureusement, la réaction ne s'opère qu'avec une grande lenteur, et la majeure partie du manganate reste toujours indécomposée; de plus, l'acide carbonique tend à détruire le permanganate formé en mettant l'acide permanganique en liberté (Aschof).

» Nous avons pensé que l'étude de cette question méritait d'être reprise. L'acide permanganique, par l'énergie de ses propriétés oxydantes et de son pouvoir décolorant, semble en effet appelé à de nombreuses applications. Mais l'emploi de cet agent est resté impraticable jusqu'ici, par suite des difficultés de préparation du permanganate de baryte.

» Tous nos essais pour obtenir directement ce produit à l'aide du bioxyde de manganèse et des sels barytiques ont échoué. La seule méthode qui nous ait fourni des résultats satisfaisants consiste dans la décomposition du permanganate de potasse par l'acide hydrofluosilicique.

» On prépare une dissolution saturée à froid de permanganate de potasse; on y verse un poids connu d'acide hydrofluosilicique à 30° B. Il faut, pour déplacer complètement l'acide permanganique, ajouter un excès d'acide, 2 équivalents environ pour 1 équivalent de sel de potassium. Pour 100^{gr} de permanganate de potasse, on emploiera donc 300^{gr} à 400^{gr} d'acide hydrofluosilicique concentré.

» On laisse reposer quelques heures; quand le précipité s'est rassemblé, on décante la liqueur surnageante, on jette le dépôt sur un filtre d'amiante et on lave à l'eau froide.

» Il se produit dans cette opération une légère décomposition, accusée par la teinte brun clair du magma de fluosilicate de potasse.

» En évitant avec soin toute élévation de température, cette cause de perte est tout à fait insignifiante.

» La liqueur limpide, contenant un mélange d'acides permanganique et hydrofluosilicique, est saturée à froid par un lait de baryte qu'on y ajoute peu à peu, en remuant. La baryte se dissout dans l'acide permanganique et se reprécipite aussitôt à l'état d'hydrofluosilicate de baryte insoluble, tant qu'il reste de l'acide fluosilicique libre; la saturation s'opère par suite avec une grande rapidité.

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. XLIX, p. 123.

» L'emploi du carbonate de baryte ne nous a pas réussi; la liqueur se décolore brusquement et tout le manganèse se précipite à l'état d'hydrate brun de peroxyde.

» Un quart d'heure environ après l'addition des dernières portions du lait de baryte, on cesse d'agiter. On laisse reposer, on décante la liqueur claire et l'on soumet le magma de fluosilicate de baryte à une série de lavages par décantation. Les liqueurs décantés, réunies aux eaux de lavage, sont évaporées au bain-marie, jusqu'à ce qu'une goutte de liquide, déposée sur une lame de verre, se prenne rapidement en une masse cristalline. Par refroidissement on obtient une cristallisation abondante.

» Toutefois, le produit est encore souillé par la présence d'un peu de bioxyde de manganèse ou de manganate vert de baryte, selon que la liqueur retenait un faible excès d'acide ou d'alcali. Pour obtenir le sel dans un grand état de pureté, il vaut mieux évaporer à sec, reprendre le résidu par une petite quantité d'eau bouillante, filtrer la dissolution sur l'amiante et la concentrer jusqu'au point convenable.

» On obtient ainsi de très beaux octaèdres orthorhombiques, presque noirs, à reflets violacés.

» Les cristaux qui se déposent d'une dissolution abandonnée à l'évaporation spontanée sont d'une dimension remarquable. Nous avons l'honneur d'en soumettre un échantillon à l'examen de l'Académie.

» Ils renferment :

	Expérience.	Théorie.
Baryum.....................	36,52	36,53
Manganèse..................	29,74	29,33

» Il est probable qu'on pourra préparer, par un procédé analogue, la plupart des permanganates, et notamment les permanganates alcalino-terreux ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un colloïde azoté dérivé de l'acide amidobenzoïque.* Note de M. E. GRIMAUX, présentée par M. Pasteur.

« Les recherches sur l'hydrate ferrique colloïdal et des expériences encore inédites sur les conditions de coagulation de la silice soluble m'ont amené à reprendre l'étude des colloïdes azotés organiques de synthèse,

([1]) Ce travail a été fait au Laboratoire de Chimie de la Sorbonne.

étude dont j'ai eu l'honneur de présenter, il y a deux ans, les premiers résultats à l'Académie ([1]).

» Je suis arrivé à préparer une substance colloïdale azotée, se rapprochant des matières albuminoïdes par ses réactions, car, dans des conditions déterminées qu'on peut reproduire avec une solution ammoniacale de caséine, elle fournit des liquides *coagulables par la chaleur*.

» Pour obtenir cette substance, on dissout dans l'ammoniaque la poudre blanche formée dans l'action du perchlorure de phosphore sur l'acide amidobenzoïque et qui paraît être un anhydride, provenant de l'union, avec déshydratation, de plusieurs molécules d'acide. La solution ammoniacale, qui filtre très lentement, est évaporée dans le vide à la température ordinaire. Le colloïde amidobenzoïque forme d'abord une gelée épaisse, puis se dessèche en plaques translucides, jaunâtres, inodores et insipides, ressemblant à l'albumine du sérum. Il se gonfle dans l'eau froide où il se dissout peu à peu; il est facilement soluble dans l'eau chaude. Il peut être chauffé à 100° sans perdre sa solubilité dans l'eau; mais, si l'on évapore la solution au bain-marie, le résidu, quoique présentant le même aspect, est devenu complètement insoluble. On sait que ce caractère appartient à l'albumine.

» Le colloïde amidobenzoïque, devenu insoluble dans l'eau, se dissout dans l'ammoniaque, dans le phosphate de soude et dans les alcalis.

» Les essais faits sur la solution à 2 pour 100 du colloïde amidobenzoïque montrent qu'il est analogue par ses réactions aux colloïdes azotés fournis par les organismes vivants, et qu'il se comporte comme eux sous l'influence de substances diverses.

» L'acide chlorhydrique, l'acide azotique, l'acide acétique, l'acide tartrique, l'acide oxalique le précipitent; l'acide acétique en excès redissout difficilement le précipité qu'il a fourni, et la solution dépose des flocons par l'addition de ferrocyanure de potassium. L'acide azotique dissout à chaud le colloïde en se colorant en jaune. Les alcalis font passer la couleur jaune à l'orangé.

» L'eau de chaux en excès donne un précipité; mais, si l'on ajoute seulement $\frac{1}{20}$ d'eau de chaux à la solution du colloïde, la liqueur reste limpide ou présente à peine une faible opalescence; mais elle a acquis la propriété de *se coaguler en une gelée épaisse par l'action de la chaleur;* le chlorure de sodium en solu-

---

([1]) *Sur des colloïdes azotés, colloïde aspartique* (*Comptes rendus*, 1881, t. XCIII, p. 771).

tion saturée, le chlorhydrate d'ammoniaque même très étendu, le chlorure de calcium, le sulfate de magnésie à 1 pour 100, les sulfates d'ammoniaque, de chaux, de strontiane; les chlorures de potassium, de baryum, se comportent comme l'eau de chaux; ajoutés à la solution en quantité insuffisante pour la troubler à froid, ils lui communiquent la propriété de se coaguler à chaud. Cette coagulation commence vers 50°; le liquide, à ce moment, devient opalescent, puis laiteux, et le coagulum se forme entre 70° et 80°. La température de coagulation varie avec la proportion de sel ajouté.

» De faibles quantités de sels suffisent pour amener la coagulation; diverses causes l'empêchent ou la retardent; une des plus importantes est la dilution; ainsi, quelle que soit la quantité de chlorure de sodium en solution à 10 pour 100, la coagulation n'aura pas lieu, quoique la proportion de sel soit beaucoup plus grande qu'avec l'addition d'une solution saturée. Le sulfate de soude, l'azotate de potasse, l'acétate de soude retardent l'action des coagulants dont il faut une plus forte proportion. Par exemple, l'addition de 1^{cc} d'une solution de sulfate de soude à 1^{cc} de la solution du colloïde exerce une action telle qu'au lieu de 5 à 6 gouttes de sulfate de chaux il faut 4^{cc} à 5^{cc} pour que le liquide ait la propriété de se coaguler.

» On peut ajouter le sel coagulant en quantité insuffisante pour déterminer la coagulation même à l'ébullition; mais, si l'on fait passer dans le liquide un courant d'acide carbonique, après ou avant l'addition du sel, il devient coagulable par la chaleur. L'acide carbonique, qui seul est sans action, permet d'employer une plus faible quantité de sel.

» Ce fait est à rapprocher des expériences si intéressantes de MM. Mathieu et Urbain [1], qui ont fait jouer un rôle à l'acide carbonique dans le phénomène de la coagulation de l'albumine; seulement l'acide carbonique n'est pas le seul agent de cette coagulation : il est nécessaire de tenir compte de la présence des sels que renferment les albuminoïdes naturels.

» L'acide carbonique détermine à froid la précipitation du colloïde amidobenzoïque en présence du sulfate de soude, de l'azotate de potasse, du chlorure de sodium étendu, qui seuls sont sans action, même à l'ébullition.

» La solution de phosphate de chaux dans l'acide carbonique coagule à chaud le colloïde, comme le font le sulfate de chaux et les autres sels coagulants. L'alun, le sublimé corrosif, l'azotate mercureux, le tannin, don-

---

(1) *Bulletin de la Société chimique*, t. XXI, p. 181; t. XXII, p. 484; 1874.

nent à froid des précipités volumineux ; avec le sulfate de cuivre, le coagulum est verdâtre et se dissout dans un excès de potasse, en prenant une couleur bleu violacé, mais qui n'a pas la teinte rose produite par les albuminoïdes ou par l'anhydride aspartique.

» Les coagulum formés par l'action des sels alcalins ou des acides sont solubles dans l'ammoniaque ; ceux que produisent les sels de chaux, de baryte et de magnésie y sont insolubles.

» Enfin la présure liquide coagule la solution du colloïde amidobenzoïque dans les mêmes conditions que la caséine.

» Les expériences précédentes montrent que la solubilité des albuminoïdes est modifiée par la présence des sels et de l'acide carbonique qui les accompagnent dans les liquides de l'organisme ; mais il faut remarquer de plus que le phénomène de la coagulation ne dépend pas seulement du rapport en poids de l'agent coagulant et de la substance coagulable, il est en outre fonction de la dilution : ainsi, dans les solutions d'albumine à 1 pour 100, la dilution annule l'action coagulante des sels, mais la propriété de se coaguler est rendue au liquide, soit par l'acide carbonique, soit par les sels qui modifient la solution du colloïde amidobenzoïque ; la solution de caséine dans l'ammoniaque à 5 pour 100 présente les mêmes propriétés.

» Cet effet de la dilution est confirmé par la réaction dont j'ai parlé plus haut, à savoir que le colloïde amidobenzoïque, rendu si facilement coagulable par l'addition de quelques gouttes de sel marin en solution concentrée, n'est pas modifié par la solution à 10 pour 100. Dans toutes les recherches qui ont été faites sur les albuminoïdes naturels, acidalbumine, paraglobuline, syntonine, etc., on n'a pas assez tenu compte de la richesse des liquides en matière solide ; c'est à cette cause qu'on doit attribuer les contradictions que présente l'histoire des albuminoïdes, puisque la dilution suffit pour changer les caractères d'un seul et même corps.

» Les conditions dans lesquelles on observe le phénomène de la coagulation étant les mêmes avec les albuminoïdes et le colloïde amidobenzoïque, on voit qu'il n'y a rien de mystérieux dans les propriétés des premiers, et qu'une fois sortis de l'organisme, ils obéissent aux lois physico-chimiques.

» Parmi les nombreuses recherches qui doivent suivre ces premières expériences, j'ai l'intention de chercher d'abord à déterminer, avec un corps peu complexe comme le colloïde amidobenzoïque, quels changements subissent les colloïdes azotés par leur passage de l'état soluble à l'état insoluble. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la lutidine du goudron de houille.* Note de M. **Oechsner de Coninck**, présentée par M. Wurtz.

« J'ai fait connaître récemment (séance de la Société chimique du 28 décembre 1883) quelques propriétés remarquables de la lutidine provenant du goudron de houille et contenue dans la fraction 150°-160°; en même temps, j'ai annoncé que j'avais oxydé cette base au moyen d'une solution étendue de permanganate de potassium, et que j'étais occupé à isoler l'acide carbopyridique formé. J'ai employé, à cet effet, la méthode des sels de cuivre, qui m'a toujours fourni d'excellents résultats et sur laquelle je crois inutile de revenir ici.

» L'acide libre présentait l'aspect et possédait la composition, le point de fusion (308°), les solubilités dans l'eau et dans l'alcool étendu et absolu, en un mot, tous les caractères de l'acide isonicotinique ([1]). On sait que cet acide a été découvert par Weidel et Herzig parmi les produits d'oxydation des lutidines de l'huile de Dippel. Il prend également naissance dans la décomposition pyrogénée de l'un des acides tricarbopyridiques et de l'acide lutidique [Weidel et Herzig ([2])]. Il y a donc dans le goudron de houille une lutidine identique avec l'une des lutidines de l'huile de Dippel et avec celle dont M. Ladenburg a fait récemment la synthèse, et qu'il considère comme une γ-éthylpyridine $C^5H^4Az_{(1)}(C^2H^5)_{(4)}$.

» Dans un Mémoire récent ([3]), MM. Goldschmidt et Constam annoncent qu'ils ont oxydé, au moyen du permanganate de potassium, la fraction 130°-140° des bases pyridiques du goudron de houille; outre l'acide picolique, ils ont obtenu une très petite quantité d'acide isonicotinique. Ils attribuent la formation de cet acide à la présence, dans la fraction 130°-140°, d'une γ-picoline ou d'une lutidine. Le résultat que je viens de faire connaître montre que cette dernière supposition était exacte ([4]). »

([1]) Cet acide est un acide monocarbopyridique; il est isomérique avec les acides *picolique et nicotianique;* sa composition répond à la formule

$$C^5H^4Az\text{-}CO^2H.$$

([2]) *Monatshefte für Chemie,* t. I, p. 1 à 47 et p. 184 (janvier 1880).

([3]) *Deutsche chemische Gesellschaft,* t. XVI, p. 2979.

([4]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz.

ZOOLOGIE. — *Sur l'opercule des Gastéropodes.* Note de M. **Houssay**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« En 1825, de Blainville écrivait, dans son *Manuel de Malacologie* :

« L'opercule est évidemment le produit de la peau qui recouvre le pied... Mais comment une surface plane, ovale ou circulaire, produit-elle une matière qui s'enroule en spirale d'une manière souvent fort régulière et en formant quelquefois un grand nombre de tours? C'est une question à laquelle il me paraît réellement assez difficile de répondre, surtout peut-être parce qu'elle n'a pas été suffisamment étudiée. »

» En 1829, Dugès essayait de combler la lacune; mais, considérant seulement des opercules détachés des animaux, il aboutit à cette conclusion fausse que l'opercule était une production du manteau. Les auteurs qui ont suivi ne se sont plus guère préoccupés que de rechercher à quelle partie des acéphales l'opercule était homologue; mais, leur argumentation manquant de base, ils sont arrivés aux résultats les plus contradictoires : les uns y voyant l'homologue de la deuxième valve des Lamellibranches, les autres, avec Lowen, le comparant au byssus.

» Le pied seul concourt à la formation de l'opercule; je me suis proposé de déterminer avec précision quelles parties de cet organe excrètent la matière et comment se fait l'accroissement de l'opercule. Contrairement à ce qui est généralement admis, j'ai reconnu que la surface du pied n'intervient pas tout entière dans la production, mais seulement une petite portion très nettement limitée.

» J'appellerai *bord columellaire* de l'opercule celui qui se trouve du côté de la columelle quand l'animal est rentré dans sa coquille, et *bord pariétal* la partie opposée. L'opercule présente une surface interne et une surface externe; il convient de les distinguer, car elles n'ont pas le même mode de formation.

» Occupons-nous d'abord de la partie externe. Elle présente à sa surface des stries de forme variable suivant les genres auxquels on s'adresse. En examinant avec attention une *Littorine*, un *Murex* ou une *Pourpre*, on aperçoit, tout auprès du bord columellaire de l'opercule, une petite fente transversale qui s'enfonce d'environ 1^{mm} dans l'épaisseur du muscle columellaire et qui occupe toute la longueur du pied. Les parois de cette fente pédieuse sont tapissées d'un épithélium particulier, plissé ou mieux gauffré, de façon à rappeler un peu un polypier de Méandrine. On voit s'y engager une lamelle

transparente très mince et très flexible. Avec une aiguille fine, on peut faire sortir cette lamelle. Après un séjour de quelque temps à l'air, elle se dessèche et prend une apparence cornée.

» En faisant des coupes, on reconnaît que les cellules épithéliales de la fente excrètent une matière anhiste, un peu jaunâtre, fortement réfringente, qui, par agglomération, constitue la lamelle hyaline. Celle-ci sort de la fente pédieuse et vient s'ajouter à l'opercule ancien.

» Les parties nouvellement formées s'appliquent sur l'épithélium situé entre la fente et les parties de l'opercule déjà fixées. Les cellules épithéliales sont, en ce point, unies très faiblement les unes avec les autres et seulement par leur partie basilaire, remarquable exception parmi les épithéliums. Il en résulte que la matière operculaire, encore plastique, empâte ces cellules et se répand même un peu entre les éléments des tissus sous-jacents (fibres musculaires et cellules conjonctives). C'est ainsi que, par appositions successives de parties nouvelles sorties de la fente pédieuse, se forment les stries, dont on n'aperçoit que les plus saillantes à l'œil nu ou à la loupe.

» Sur l'autre face de l'opercule, il faut distinguer deux régions, la surface d'insertion du muscle columellaire et la surface libre interne. Il est très aisé de voir que la face inférieure libre et la face externe de l'opercule n'ont pas la même constitution. La surface interne est revêtue d'une couche homogène, qui forme comme un vernis sans aucune strie sensible à l'œil. Cet enduit peut être même assez épais pour qu'on ne puisse voir au travers les stries de l'autre face (*Murex*). D'autres fois, il est suffisamment mince pour ne pas les dissimuler (*Littorina, Trochus*). Cette différence de constitution provient d'une différence d'origine. En avant de la surface d'insertion, le métapodium forme une expansion ou lèvre antérieure qui, pendant la vie de l'animal, est constamment appliquée sur la partie interne non fixée de l'opercule. Les cellules épithéliales de cette lèvre antérieure produisent le vernis.

» Il reste toujours à savoir pourquoi la matière operculaire s'enroule en spirale. Il faut, pour éclaircir ce point, étudier l'impression musculaire. A mesure que l'opercule s'accroît, la surface d'insertion de l'opercule se déplace avec un petit mouvement de rotation, puisque pendant le même temps la coquille s'accroît en spirale. Le muscle s'applique sur les parties nouvellement formées, en abandonnant les parties anciennes du côté du bord pariétal. Celles-ci, devenant sans point d'appui, sont immédiatement renforcées par l'enduit dont j'ai parlé plus haut. Ces étapes du muscle colu-

mellaire sont marquées par des stries indépendantes de celles de la face supérieure. On les aperçoit en préparant un opercule après avoir enlevé toute trace du muscle. On s'explique même, en étudiant ces lignes, pourquoi il y a des opercules dont la forme reste toujours semblable à elle-même, tandis qu'il en est d'autres dont la forme varie avec l'âge de l'animal. Ces derniers sont dits *à noyau de formation*: la partie postérieure sécrétante du pied conserve toujours la même forme dans le premier cas, tandis que dans le deuxième on la voit de presque circulaire devenir à peu près droite.

» On voit, en résumé, que l'opercule est une production d'une portion limitée de l'épithélium du pied, qui paraît bien différente du byssus des Acéphales, produit par une glande très développée occupant une bonne partie du volume du pied. Il est encore bien plus différent de la deuxième valve d'une coquille.

» Cette Note renferme les résultats généraux d'un Travail qui doit paraître avec plus de détails. Les recherches ont été faites au Laboratoire de l'École Normale, grâce à la bienveillance de M. de Lacaze-Duthiers, qui m'a fait envoyer de Roscoff les animaux dont j'avais besoin, et au Laboratoire de Banyuls-sur-Mer, où j'ai pu passer une partie de la saison d'hiver. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la proportion de phosphore incomplètement oxydé contenue dans l'urine, spécialement dans quelques états nerveux.* Note de MM. **R. Lépine**, **Eymonnet** et **Aubert**, présentée par M. Charcot.

« Bien que l'attention ait été attirée par quelques auteurs, notamment par M. Zuelzer, sur le phosphore qui se trouve dans l'urine à l'état d'oxydation incomplète, on n'a pas jusqu'ici déterminé suffisamment sa quantité par rapport à l'azote et à l'acide phosphorique, et les variations qu'elle peut présenter dans diverses conditions. Nous avons, il y a dix-huit mois (Lépine et Eymonnet, *Comptes rendus de la Société de Biologie*, p. 622; 1882), indiqué la méthode de dosage que nous avons constamment employée [1], et dont la rigoureuse exactitude a été éprouvée par l'un de nous (Eymon-

---

[1] Elle consiste essentiellement dans la précipitation *complète* de l'acide phosphorique par la mixture magnésienne, dans la calcination (avec le nitrate de potasse) du résidu du liquide filtré, et dans la pesée, à l'état de phosphomolybdate d'ammoniaque, de l'acide phosphorique *produit* par la calcination, aux dépens du phosphore incomplètement oxydé.

NET, *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 1882). Nous avons de plus fixé la proportion *normale* du phosphore incomplètement oxydé, chez l'homme et chez le chien; enfin nous avons montré qu'elle peut être fort augmentée chez les phtisiques affectés de foie gras, ce qui est sans doute en relation avec la forte proportion de lécithine (Dastre et Morat) que renferme ce dernier.

» Tout récemment, M. Zuelzer (*Untersuchungen ueber die Semiologie d. Harns*, p. 18 et 19; 1884) a publié quelques dosages dont le résultat le plus important est la grande augmentation du phosphore incomplètement oxydé dans l'urine des malades soumis à l'anesthésie chloroformique. Ce fait intéressant nous engage à faire connaître les principaux de nos nombreux dosages de ce phosphore dans plusieurs états nerveux.

» Rappelons que chez l'homme, à l'état normal, pour 100 parties d'azote (dégagé par l'hypobromite de soude), il y a dans l'urine des vingt-quatre heures moins de 20 parties d'acide phosphorique à l'état de phosphates (Zuelzer), et, en général, moins de 0,25 d'acide phosphorique *produit* (1) (Lépine et Eymonnet). On voit que le phosphore incomplètement oxydé ne représente pas beaucoup plus de 1 pour 100 du phosphore total. Cela posé, voici nos résultats :

» 1° Dans un cas d'*apoplexie* (causée par un gros foyer hémorrhagique dans la capsule externe et la portion externe du noyau lenticulaire), la perte de connaissance ayant duré deux heures environ, nous avons trouvé que l'urine excrétée pendant les six heures consécutives à l'attaque renfermait (par litre) :

		Pour 100 d'azote.
Azote dégagé par l'hypobromite de soude.......	2,5 gr	»
Acide phosphorique à l'état de phosphates......	0,54	21,6
Acide phosphorique produit..................	0,0268	1,07

» Ainsi, l'acide phosphorique, à l'état de phosphates, étant, par rapport à 100 d'azote, augmenté d'une manière insignifiante (21,6), il y avait une quantité d'acide phosphorique *produit* (1,7) quatre fois plus forte qu'à l'état normal, et constituant 4,7 pour 100 du phosphore total.

» Quarante-huit heures plus tard, la proportion était normale.

---

(1) Dans notre Note à la *Société de Biologie*, nous avions exprimé en acide *phosphoglycérique* le phosphore incomplètement oxydé, d'où la différence du chiffre.

» 2° Dans un cas d'*épilepsie*, l'urine rendue *après* l'attaque renfermait (par litre) :

		Pour 100 d'azote.
Azote dégagé par l'hypobromite de soude........	4gr,6	»
Acide phosphorique des phosphates............	1,44	31
Acide phosphorique produit..................	0,033	0,71

» Ainsi, par rapport à l'azote, augmentation fort sensible de l'acide phosphorique [1] et du phosphore incomplètement oxydé, ce dernier atteignant le triple de l'état normal et représentant 2,2 pour 100 du phosphore total.

» 3° Chez une jeune *hystéro-épileptique*, l'urine des six heures consécutives à une attaque renfermait (par litre) :

		Pour 100 d'azote.
Azote (dégagé par l'hypobromite de soude).......	1gr,0	»
Acide phosphorique à l'état de phosphates........	0,275	27,5
» (produit)..................	0,005	0,5

» Ainsi, par rapport à l'azote, légère augmentation de l'acide phosphorique (elle a manqué à la suite d'une autre attaque), le phosphore incomplètement oxydé atteignant le double de l'état normal et représentant 1,8 pour 100 du phosphore total.

» 4° Dans un cas de *delirium tremens*, l'urine renfermait (par litre) :

		Pour 100 d'azote.
Azote (dégagé par l'hypobromite de soude).......	9gr,78	»
Acide phosphorique à l'état de phosphates........	3,38	34,5
» (produit)..................	0,046	0,47

» Ainsi, par rapport à l'azote, notable augmentation de l'acide phosphorique et du phosphore incomplètement oxydé, ce dernier restant avec le phosphore total dans un rapport sensiblement normal : 1,3 pour 100.

» 5° Chez un chien, après l'injection sous-cutanée de plusieurs centi-

---

[1] L'augmentation parfois considérable de l'acide phosphorique, surtout de la portion d'acide phosphorique combinée aux *terres*, dans l'urine excrétée pendant les *premières* heures consécutives à l'attaque épileptique, a déjà été indiquée par l'un de nous, en collaboration avec M. Jacquin (*Revue mensuelle*, p. 720; 1879).

grammes de chlorhydrate de morphine, grande augmentation de l'acide phosphorique et du phosphore incomplètement oxydé.

» Chez un chien de chasse, augmentation de ce dernier après l'ingestion stomacale de plusieurs grammes de bromure de potassium.

» Dans plusieurs états nerveux organiques, notamment dans quelques méningites, nous avons au contraire observé une diminution, par rapport à l'azote, du phosphore incomplètement oxydé, coïncidant ou non avec une augmentation relative de l'acide phosphorique.

» Outre la dégénérescence graisseuse du foie chez les phtisiques et les états nerveux précédemment signalés, il est bien d'autres conditions dans lesquelles augmente, par rapport à l'azote, le phosphore incomplètement oxydé de l'urine. Aujourd'hui nous nous bornons à mentionner l'*anémie grave*, dans laquelle la proportion de ce phosphore peut quadrupler, qu'il y ait ou non augmentation de l'acide phosphorique, et *certains cas d'ictère*, de fièvre typhoïde, de pneumonie aiguë. Dans quelques cas de scarlatine et rougeole bénignes, nous ne l'avons pas trouvée accrue. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur l'intensité des phénomènes chimiques de la respiration dans les atmosphères suroxygénées.* Note de M. **L. de Saint-Martin**, présentée par M. Berthelot.

« 1. Lavoisier et Seguin (1) n'avaient constaté aucun changement dans les produits de la respiration, quand, au lieu d'air ordinaire, ils employaient comme milieu respirable, soit de l'air suroxygéné, soit de l'oxygène pur.

» Ces faits ont été confirmés depuis par Regnault et Reiset dans leur beau Mémoire (2). Ces deux savants s'expriment comme suit :

La respiration des animaux des diverses classes, dans une atmosphère renfermant deux ou trois fois plus d'oxygène que l'air normal, ne présente aucune différence avec celle qui s'exécute dans notre atmosphère terrestre. »

» M. Paul Bert est arrivé à des résultats différents (3). D'après ce physiologiste, « l'activité des combustions organiques » dans les atmosphères suroxygénées « va en augmentant d'abord pour diminuer ensuite, après » avoir passé par un certain maximum qui est probablement placé au-» dessus » de 42 pour 100 d'oxygène.

---

(1) Mémoire de 1789, rec. cité, p. 573.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXVI, Exp.

(3) La pression barométrique, p. 829 et suiv.

» Ces conclusions découlent de quatre expériences faites sur un rat. Dans le même laps de temps (vingt-quatre heures), nous apprend M. P. Bert, cet animal produisit 7^{lit} d'acide carbonique dans l'air ordinaire, et 10^{lit},3 dans une atmosphère artificielle renfermant 48,7 pour 100 d'oxygène.

» Les animaux à sang froid auraient donné un semblable résultat au même expérimentateur (1).

» 2. En présence de cette contradiction, j'ai pensé qu'il serait utile de reprendre l'étude d'une question dont la solution intéresse également la Physiologie et la Thérapeutique.

» Mes expériences, au nombre de seize, ont porté, onze sur un cobaye et cinq sur un rat. Les animaux à l'étude étaient soumis à un régime régulier. Ces recherches ont été effectuées à l'aide d'un appareil analogue à celui de Regnault et Reiset, mais de plus petites dimensions. L'acide carbonique était dosé à part par des pesées directes.

» Les modifications principales apportées dans l'agencement des diverses parties sont les suivantes :

» *a.* J'ai interposé entre la cloche et les pipettes un système de laveurs à potasse, dans lesquels l'air en mouvement barbotait deux fois, à l'aller et au retour. Cette addition permet d'obtenir une absorption beaucoup plus complète de l'acide carbonique, et de fait la proportion de ce gaz dans mon appareil ne s'est élevée en moyenne qu'à 0,5 pour 100 en volume.

» *b.* J'employais un moteur basé sur le principe de la fontaine intermittente pour mettre en mouvement les deux pipettes. Cette disposition, dont je me sers depuis trois ans, suffit pour assurer une ventilation suffisante dans la cloche avec une dépense minime d'eau.

» 3. Voici maintenant, sous forme de tableaux, le résumé des résultats que j'ai obtenus, réduits à 0° et 0^{m},760 :

A. — *Cobaye femelle adulte.*

Numéro de l'expérience.	Poids de l'animal.	Richesse en O de l'air.	Température sous la cloche.	CO^2 exhalé à l'heure.	O absorbé à l'heure.	$\frac{CO^2}{O}$
	gr	pour 100	o	cc	cc	
1........	570	20,95	17	511	544	0,92
2........	620	»	17	501	577	0,87
3........	630	»	19,8	558	608	0,92
4........	665	»	20,4	475	547	0,85
7........	670	»	18,5	530	576	0,91
		Moyennes......	18,5	515	570,4	0,89

(1) P. Bert, *loc. cit.*, p. 832.

Numéro de l'expérience.	Poids de l'animal.	Richesse en O de l'air.	Température sous la cloche.	CO^2 exhalé à l'heure.	O absorbé à l'heure.	$\frac{CO^2}{O}$.
	gr	pour 100	o	cc	cc	
5........	660	66	17,2	529	607	0,87
6........	665	58	18,6	500	573	0,89
8........	680	50	18,4	504	571	0,88
		Moyennes......	18,1	513	583	0,87
10........	655	20,95	14,5	567	630,5	0,90
11........	665	»	11,7	629	689,0	0,91
		Moyennes......	13,1	598	660	0,91
9........	655	40	13,2	613	670	0,91

» Ces onze premières expériences sur le cobaye ont duré chacune six heures. On voit nettement qu'en moyenne les différences existant entre les expériences faites dans l'air ordinaire et celles effectuées dans l'air suroxygéné sont très faibles, d'ordre purement physiologique, et qu'elles n'atteignent même pas la valeur des différences observées entre deux expériences faites à la même température dans l'air ordinaire.

B. — *Rat mâle adulte.*

Numéro de l'expérience.	Poids de l'animal.	Richesse en O de l'air.	Température sous la cloche.	CO^2 produit à l'heure.	O consommé à l'heure.	$\frac{CO^2}{O}$
	gr	pour 100	o	cc	cc	
14........	275	55	12,3	506	536,5	0,94
15........	278	20,95	12,4	525	514	1,02
13........	275	75	9	535	586	0,91
16........	281	20,95	9,1	551	569	0,97

» Ces expériences ont duré chacune vingt-quatre heures, sauf l'expérience n° 13, qui, faute d'oxygène, n'a pu être prolongée au delà de seize heures. L'expérience n° 12 doit être mise à part; l'animal, blessé pendant qu'on l'introduisait dans l'appareil, s'est tapi, a dormi constamment et n'a pas mangé sa ration de pain.

» Mais, si l'on compare les expériences 14 et 15, faites à la même température, ainsi que les expériences 13 et 16, qui, pour la même raison, doivent être rapprochées l'une de l'autre, on est conduit à la conclusion suivante, qui confirme les résultats de Lavoisier et Séguin et ceux de Regnault et Reiset.

» *Les phénomènes chimiques de la respiration ne subissent aucun changement appréciable par le fait de la suroxygénation de l'atmosphère dans laquelle ils s'accomplissent.* »

MÉDECINE. — *Recherches sur les déviations menstruelles.* Note de M. **J. Rouvier.**

« 1° Le seul travail un peu complet au point de vue statistique sur les déviations menstruelles est celui du Dr Puech, présenté à l'Académie des Sciences le 13 avril 1863.

» 2° Les déviations menstruelles sont des hémorragies périodiques, pouvant avoir pour siège toute région du corps humain, sauf l'utérus.

» 3° Elles peuvent s'accompagner ou non du flux cataménial.

» 4° Elles coïncident généralement avec l'ovulation.

» 5° Elles se rattachent à l'une des causes suivantes, exerçant une influence plus ou moins prépondérante sur leur lieu d'élection :

» *a.* Atrésie des voies génitales;

» *b.* Travail et fatigue physiques ou physiologiques d'un organe (sein dans l'allaitement, doigts dans certaines professions, etc.);

» *c.* Faiblesse laissée dans un organe par une lésion traumatique ou morbide, guérie depuis peu;

» *d.* Troubles nerveux;

» *e.* Lésion traumatique ou morbide actuelle d'un organe, se traduisant au dehors par des symptômes apparents;

» *f.* Influence d'une diathèse (cancer, tubercules, etc.) encore à l'état latent.

» 6° Dès 1879, nous avons indiqué, dans un Mémoire publié (1), les influences qui produisent les déviations menstruelles.

» 7° Sur 308 observations de déviations menstruelles réunies par nous, nous avons trouvé qu'elles siégeaient 277 fois dans une région unique ou sur des parties similaires à droite et à gauche du corps, et 31 fois dans des régions multiples. Dans 38 cas, la déviation se faisait par des plaies, ulcères ou tumeurs.

» 8° L'exhalation sanguine s'est produite par :

	Nombre de fois.
La muqueuse pulmonaire	51
La muqueuse stomacale	50
Les membres inférieurs	38
La muqueuse nasale	36
Les yeux	29
Les membres supérieurs, mains, doigts	27

(1) Savy, libraire-éditeur.

	Nombre de fois.
Les mamelles	26
L'anus et l'intestin	23
Le conduit auditif	21
La bouche, la langue, les lèvres	17
La face	13
Le tronc, dos, abdomen	13
Les gencives et alvéoles dentaires	13
La muqueuse des voies urinaires	10
Le cuir chevelu	9
Le nombril	9
Tout le corps	4
Le pli de l'aine	2
Le creux de l'aisselle	1

» 9° La grossesse et la lactation exercent la même influence sur les déviations menstruelles que sur les règles normales.

» 10° Limitées ordinairement à une ou plusieurs époques, les déviations menstruelles peuvent subsister depuis la puberté jusqu'à l'âge critique.

» 11° On peut les rapprocher de certains phénomènes supplémentaires et périodiques : ictère, érysipèle, affections cutanées, sécrétions, etc., eux aussi intimement liés à la menstruation.

» 12° Les déviations menstruelles et les phénomènes supplémentaires des règles sont d'origine pathologique et méritent, par leur fréquence relative, 2,325 pour 100, l'attention des praticiens. Dans quelques cas, ils permettront ou faciliteront le diagnostic d'affections diathésiques. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les oscillations barométriques produites par l'éruption du Krakatoa.* Deuxième Note de M. E. **Renou**, présentée par M. Hervé Mangon.

« Depuis ma Note du 21 janvier [1], M. Mascart a bien voulu mettre à ma disposition les courbes des inscripteurs barométriques obtenues en France dans différentes stations : à Perpignan par M. le Dr Fines, à Lyon par M. André, à Clermont par M. Alluard, à Nantes par M. Larocque, à Saint-Martin-de-Hinx par M. Carlier, à Douai par M. Desmarets.

» Les courbes de toutes ces stations indiquent que le phénomène s'est manifesté presque au même instant avec les mêmes caractères dans toute

(1) *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 160.

la France. La distance la plus éloignée de Paris, celle de Perpignan, a peu d'influence sur l'instant du phénomène, parce que l'onde atmosphérique arrivait presque de l'est, perpendiculairement au méridien commun des deux villes.

» Je m'étais borné à signaler seulement, dans ma première Note, les deux ondes secondaires qui se sont manifestées après un tour entier de la Terre; la première a mis trente-six heures vingt-cinq minutes à faire le tour du monde; la deuxième, trente-quatre heures cinquante minutes : les vitesses ont donc été de 305^{m} et de 319^{m} par seconde, très rapprochées de la vitesse moyenne du son dans l'air.

» Les observations du puy de Dôme sont, sous ce rapport, particulièrement intéressantes. La première ondulation a eu lieu en même temps dans la plaine et au sommet de la montagne; la distance étant de 8^{km} est-ouest, le son ne mettrait pas une demi-minute à se propager d'une station à l'autre. Quant à la deuxième onde, qui a eu lieu dans la direction opposée, le retard pour la station de la plaine paraît très sensible; la propagation se ferait donc plus rapidement dans les grandes hauteurs que dans les plaines.

» Les autres ondes qui ont effectué en plus un tour entier du globe donnent lieu à des remarques analogues.

» La courbe barométrique obtenue au cap Horn, par M. Lephay, porte la trace des mêmes perturbations; elle est malheureusement à une trop petite échelle pour qu'on y puisse suivre sûrement le détail des ondulations dues à l'explosion du Krakatoa; la saison était pour nous très favorable à ce genre de constatation, à cause du calme de l'atmosphère; au cap Horn, au contraire, on était au moment des plus grandes perturbations atmosphériques, qui rendaient le phénomène plus difficile à observer. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les oscillations barométriques du 27 août, observées à Montsouris.* Lettre de M. Marié-Davy à M. Faye.

« J'ai l'honneur de vous adresser ci-joint deux feuilles du baromètre enregistreur de Montsouris (baromètre-balance), et deux feuilles correspondantes de l'enregistreur Rédier.

» Le fait que vous signalez s'est réellement produit à Paris comme ailleurs, mais il ne me paraît pas s'être renouvelé aussi longtemps qu'on l'a affirmé. Voici du reste ce que je lis sur nos courbes.

» Je ferai remarquer d'abord que notre enregistreur-balance marche avec une vitesse de $0^{m},003$ à l'heure. L'épaisseur du trait étant de $0^{mm},01$ en-

viron, il en résulte que toute oscillation, durant moins de deux minutes, donnera lieu à deux traits qui se superposeront. En réalité, toute impulsion donnée à l'instrument se traduit par une ligne qui peut avoir toute la hauteur du cylindre et se reproduire à plusieurs reprises sans que le trait cesse de paraître rigoureusement simple.

» Il en est ainsi même pour les à-coups du vent pendant les tempêtes, et leur répétition continue n'a d'autre résultat que de dilater la courbe, comme vous pouvez le voir dans la tempête du 2 septembre 1883.

» Au contraire, quand la courbe barométrique présente des dentelures à traits purs et distincts, il faut les attribuer à des ondes dont la période dure plus de deux à trois minutes et sont absolument indépendantes de l'instrument.

» La première crise du détroit de la Sonde a eu lieu dans la nuit du 26 au 27 août, entre minuit et 2^h. La seconde, correspondant au grand effondrement, se serait produite le 27 à 3^h, c'est-à-dire, en temps moyen de Paris, le 26 à 20^h (8^h du soir).

» A partir de la seizième heure du 26 (4^h du soir), la courbe barométrique présente des dentelures très faibles, mais très distinctes, qui n'ont pas d'explication dans l'état du temps à Paris, mais qui sont assez communes quand l'atmosphère est troublée à une assez faible distance.

» Le 27, à $10^h 40^m$ du matin, le même phénomène se reproduit, mais d'une manière plus marquée; puis, à partir de 13^h, même jour, il acquiert une assez grande intensité. En trois oscillations, durant environ quinze minutes, le baromètre baisse de $3^{mm},2$ et une autre oscillation double le ramène au niveau de la courbe descendante.

» Ces oscillations manquent complètement dans leurs détails sur la courbe de l'enregistreur Rédier qui, par sa nature même, ne peut enregistrer que des variations à plus longue période; mais, et je ne saurais trop insister sur ce point, ces mêmes oscillations ne peuvent, en aucune façon, être attribuées à l'instrument. Elles ont eu une existence réelle dans l'air. La pureté de la courbe ne peut laisser aucun doute sur ce point.

» Le 27, à 23^h (11^h du soir), la courbe barométrique présente encore des dentelures très fines, mais très distinctes. Le phénomène s'accentue jusqu'au 28 août vers 3^h du matin, $2^h 50^m$ environ. En deux oscillations le baromètre monte un peu, puis il se met à baisser. Sept oscillations, d'une durée totale de trente-cinq minutes, conduisent à une dépression de $3^{mm},3$ de mercure; puis la pression remonte de $4^{mm},2$ dans un intervalle de quinze minutes, comprenant l'inertie de l'appareil. Pendant cette ascension

rapide, un faible retour de l'aiguille vers la baisse montre que les oscillations à courte période se superposent encore à ce grand mouvement. Huit oscillations suivent encore jusqu'à $5^h 50^m$.

» Trente-sept heures après la première grande oscillation, trente-cinq heures après la seconde, nous en retrouvons deux autres beaucoup plus faibles, ayant le même caractère d'oscillations successives moins nombreuses et qui, déjà, pourraient être confondues avec les mouvements que l'on constate fréquemment dans l'atmosphère. Au delà de ces deux séries d'impulsions, ayant fait chacune le tour de la Terre en sens inverse, il nous est impossible de rien distinguer qui puisse être rattaché à la catastrophe du détroit de la Sonde. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les causes : 1° de la production de l'électricité atmosphérique en général; 2° dans les orages; 3° dans les éclairs de chaleur.* Note de M. G. **Le Goarant de Tromelin**, présentée par M. Faye.

« 1. En recherchant dans la nature les forces capables de produire de l'électricité, j'ai été conduit à *admettre en première ligne le frottement de l'air humide ou sec contre la surface des terres ou des mers.*

» Tout le monde connaît la machine hydro-électrique d'Armstrong. On sait que, lorsque la vapeur d'eau sort de la chaudière, cette dernière reste chargée négativement, tandis que la vapeur l'est positivement. Cette machine comporte une boîte remplie d'eau pour refroidir les tubes d'échappement. La vapeur, avant d'atteindre les ajutages de sortie, éprouve ainsi un commencement de condensation et sort mélangée de vésicules d'eau. C'est *une condition nécessaire.*

» D'après les expériences de Faraday, le passage de la vapeur sèche ou d'un courant d'air sec ne dégage pas d'électricité, tandis qu'*un courant d'air humide donne le même résultat que la machine d'Armstrong*, mais à un degré moindre.

» Il est vrai que M. Spring a trouvé, au contraire, que le frottement de l'air sec contre une boule de cuivre donnait un peu d'électricité, mais en quantité *incomparablement moindre* que dans l'expérience de Faraday. D'autre part, de nombreuses expériences ont prouvé que l'*évaporation seule de l'eau, même acidulée, ne produisait pas d'électricité.*

Mais, dans l'évaporation produite par le vent, il y a en plus *frottement. C'est dans ce dernier travail mécanique que réside la source cherchée.*

» Le vent, en rasant la surface des mers, entraîne des particules

aqueuses de la crête des lames, qui jouent ici le rôle du peigne de la machine d'Armstrong.

» Les aspérités du sol jouent encore le même rôle, lorsqu'un vent humide vient à le frotter.

» Ces molécules d'eau restent électrisées et montent dans l'atmosphère former les nuages, et, comme l'électricité se porte à la surface des corps, elle tendra à se répandre sur les surfaces atmosphériques les plus élevées, et je pense, comme M. Faye, que les cirrhus doivent retenir une grande partie de cette électricité.

» N'y a-t-il pas une grande analogie entre les expériences de cabinet rapportées plus haut et l'opération immense des forces naturelles ?

» 2. Cela posé, on peut donc concevoir qu'un nuage soit électrisé s'il s'est formé dans les conditions précitées. (Il n'en serait pas de même d'un nuage qui se serait formé par de simples vapeurs s'élevant le matin dans l'atmosphère.)

» Mais, pour que les éclairs se produisent, il faut qu'il y ait décharge entre le nuage et un autre point (terre ou nuage), tel que la différence de potentiel entre le point et le nuage, existant au moment considéré, soit suffisante pour produire l'éclair en question.

» Or la distance à laquelle éclate l'étincelle dépend de *la pression électrique* et de la résistance mécanique que le milieu oppose à la décharge. Cette pression varie avec le carré du potentiel du nuage, sa forme, sa surface, la charge du nuage et sa distance au point spécifié.

» Or *l'énergie potentielle d'un nuage dépend de sa forme, de sa surface et de sa température. Lorsque ce nuage primitivement électrisé éprouve une transformation quelconque, condensation, congélation des vésicules aqueuses, etc., il absorbe une certaine quantité d'énergie qui doit se retrouver sous forme d'une augmentation d'énergie potentielle.*

» Cette conséquence résulte du principe de la conservation de l'énergie et du principe de Carnot, dont M. Lippmann a su tirer un parti si remarquable.

» Si donc on suppose que la charge d'électricité du nuage reste constante pendant un certain temps, une condensation, un abaissement de température augmentera le potentiel de sa masse.

» Lorsqu'un orage éclate, il est rare qu'il se produise sans manifestations électriques. *L'abondante condensation que l'on remarque devient la cause de l'augmentation du potentiel de la masse orageuse et, lorsque ce potentiel est suffisant, il y a décharge sous forme d'éclairs.*

» D'ailleurs, le renouvellement continuel de la charge doit indiquer que la cause doit résider sans le phénomène orageux lui-même.

» 3. L'air étant diélectrique, la vapeur devient le réservoir naturel de l'électricité. Supposons un amas de vapeur d'eau *électrisée* en suspension dans l'atmosphère; le soir, lorsque le Soleil aura disparu, il s'opérera un refroidissement dans la masse nuageuse. Pour les raisons énoncées plus haut, son potentiel augmentera.

» *Or, si le potentiel arrive à un certain chiffre, les vésicules considérées isolément ne pourront conserver leur charge, c'est-à-dire qu'elle s'échappera dans l'atmosphère sous forme de décharges silencieuses.*

» Ainsi on calcule qu'à la pression ordinaire une petite sphère de $\frac{6}{10}$ de millimètre ne peut conserver de l'électricité au potentiel que l'on obtient avec nos bonnes machines de cabinet.

» *En raison même de la petitesse du rayon des vésicules, on comprend qu'un nuage ne puisse conserver une charge à un potentiel dépassant un certain chiffre.*

» Telle serait la façon dont se produit le phénomène connu sous le nom *d'éclairs de chaleur.*

» Comme, pour différents observateurs, ces lueurs se montrent à l'horizon, il est logique de penser qu'elles se produisent également au zénith, et qu'*elles ne sont pas le reflet d'éclairs des orages lointains.* C'est un phénomène analogue qui se passe lorsqu'un navigateur en marche voit toujours à l'horizon une bande de brume, tandis qu'il a un ciel clair au-dessus de sa tête. Ce n'est qu'une différence d'épaisseur de couches traversées par les rayons visuels. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur une illumination aurorale et crépusculaire du ciel observée dans l'océan Indien.* Note de M. **Pélagaud**, présentée par M. Faye.

« Le 8 septembre 1883, me trouvant à Saint-Paul, sur la côte nord-ouest de l'île de la Réunion, j'aperçus, quelques instants après le coucher du Soleil et le commencement du crépuscule si court des régions tropicales, une lueur d'un rouge sombre et sanglant qui éclairait le ciel à l'horizon ouest-nord-ouest. A quelque distance du rivage et à travers les branches des arbres, on aurait dit l'incendie en mer d'un navire de pétrole. Mais, parvenu sur la plage, je reconnus bien vite qu'il s'agissait d'une lumière crépusculaire, formant au-dessus de l'horizon un arc de cercle à bords fondus d'environ 15°.

» La lumière zodiacale est très marquée dans l'île à cette époque de l'année et occupe à peu près la même place dans le ciel. Mais il s'agissait là d'un tout autre phénomène, qui la masquait complètement et qu'il était impossible de confondre avec elle.

» Le lendemain et les jours suivants, cet éclat orangé du crépuscule s'accentua et s'étendit peu à peu dans le ciel. Une heure après le coucher du Soleil, environ, l'illumination s'éteignait lentement et tout rentrait dans l'obscurité profonde des nuits tropicales.

» Quelques jours plus tard, me trouvant à Saint-Benoît, à l'est de l'île, je pus m'assurer que le même phénomène se produisait à l'orient, une heure environ avant le lever du Soleil.

» Sur la fin de septembre, cette illumination quotidienne avait pris des proportions considérables. Durant les mois d'octobre et de novembre, c'était un spectacle féerique. Le Soleil se couchait comme à l'ordinaire; le jour baissait rapidement, puis tout à coup de grands arcs multicolores venaient empourprer l'horizon jusqu'au zénith. Une nuance verdâtre prenait d'abord naissance à l'endroit où le Soleil avait disparu; puis une zone jaune, une orangée, une rouge foncé enfin se fondait avec l'azur profond du ciel. Cela durait une demi-heure, trois quarts d'heure, puis tout pâlissait et s'éteignait peu à peu. A la fin du phénomène, on voyait les étoiles paraître sous la lumière comme à travers une gaze épaisse et lumineuse. Parfois les arcs resplendissants étaient traversés de grands secteurs sombres qui se comportaient comme si quelque obstacle eût intercepté à leur point de départ sous l'horizon les rayons lumineux, source de cette gloire immense et radieuse.

» Le matin, le même phénomène se produisait au lever de l'aurore dans le ciel oriental, mais avec une intensité moindre.

» Peu à peu le phénomène se déplaçait vers l'ouest, le sud-ouest et le sud-sud-ouest, semblant suivre le Soleil dans sa marche vers le pôle sud. A partir du milieu de décembre, cette illumination diminua rapidement d'intensité et, à l'heure où j'écris (31 décembre), elle s'est considérablement éteinte. Tout porte à croire qu'elle ne tardera pas à disparaître complètement.

» L'année 1883 a été marquée dans l'océan Indien par des phénomènes météorologiques particuliers. A la Réunion, nous avons eu d'abord une sécheresse prolongée, et, pendant la première moitié de l'année, une atmosphère si pure, que les personnes même d'une vue médiocre pouvaient

suivre facilement à l'œil nu la planète Vénus dans le ciel durant toute la journée.

» Le volcan de l'île a donné en novembre quelques traces d'activité.

» Enfin, la lame de fond produite par l'éruption volcanique du détroit de la Sonde s'est fait sentir sur nos côtes avec une force très remarquable le 27 août. On aurait dit un violent mascaret, et les navires qui nous arrivent de l'Inde traversent encore de vastes étendues de *lapilli* qui flottent à la surface de l'Océan.

» Il aurait été très curieux de savoir si cette illumination crépusculaire se produisait dans les régions hautes ou basses de l'atmosphère et un observateur placé au sommet du Piton des Neiges, à plus de 3000^{m} d'altitude, aurait pu s'en assurer. Malheureusement nos montagnes sont absolument désertes et très difficilement accessibles. Un observatoire construit sur leur point culminant rendrait certainement les plus grands services à la Science.

» Nous n'avons dans l'île ni spectroscope ni même aucune boussole de précision. Je n'ai donc pu faire aucune étude sur le phénomène en question et j'ai dû me contenter d'en décrire les apparences perceptibles à l'œil nu.

» Mais, en faisant relever avec soin les journaux de bord des navires qui nous arrivent de tous les points de l'océan Indien, j'ai pu constater ce fait curieux que cette illumination ou cette gloire aurorale et crépusculaire n'était visible que sur une zone allongée en forme de fuseau du sud-ouest au nord-ouest et dont la Réunion occupe presque le centre.

» Cette zone est comprise à peu près entre 15° de latitude australe et 90° de longitude orientale d'une part, et 30° de latitude australe et 35° de longitude orientale d'autre part, soit 15° de latitude en largeur sur 55° de longitude. L'axe de cette zone est dirigé est-nord-est, ouest-sud-ouest, et passe à environ 5° au sud de la Réunion.

» En effet, les navires qui viennent du nord-est commencent à remarquer ces levers et couchers de Soleil extraordinaires entre 14° et 16° de latitude sud; les couleurs du ciel deviennent de plus en plus vives à mesure que ces navires se rapprochent de la Réunion en courant au sud-ouest ou à l'est-sud-ouest.

» Les navires qui viennent du sud-ouest (du Cap) remarquent le même phénomène dès qu'ils atteignent le 30e degré de latitude sud, entre les 35e et 40e degrés de longitude orientale.

» Au contraire, les navires venant franchement du nord ou de l'ouest

(des Seychelles ou de Madagascar) ne commencent à apercevoir ces gloires crépusculaires que lorsqu'ils approchent des atterrissages de la Réunion.

» Je n'ai pu me procurer de renseignements sur ce qui se passe à l'est et au sud-est de l'île. Il n'y a que les paquebots de la ligne d'Australie qui fréquentent ces parages et il nous est impossible de communiquer avec eux, l'administration de la colonie les mettant depuis près d'un an en rigoureuse quarantaine. Mais il sera facile, en France, de se renseigner sur ce point.

» En traçant sur une planisphère la zone lumineuse, telle qu'elle résulte des nombreuses observations de navires que j'ai pu recueillir, on constate que son axe part du détroit de la Sonde pour aboutir au sud de Madagascar, et coïncide avec la ligne de translation des cyclones. Enfin le phénomène a suivi à brève distance le mascaret produit par l'éruption de Java. »

M. A. Boillot transmet à l'Académie quelques documents relatifs aux lueurs crépusculaires. (Extrait.)

« L'apparence de la lumière crépusculaire s'est manifestée avec vivacité à Paris le 24 janvier. A $5^h 20^m$, l'horizon ouest, d'une couleur rouge sang, était surmonté par des couches où l'on distinguait une nuance jaune orangé, puis, plus haut, en se rapprochant du zénith, une teinte violacée. Ces effets variés de coloration, donnant les principales couleurs du prisme, le rouge vif, l'orangé jaunâtre et le violet, m'ont conduit à penser que cette lumière inaccoutumée est due à une réfraction des rayons solaires à travers des vésicules aqueuses ou glacées nageant dans les régions supérieures des nuages. »

M. Chapel adresse une nouvelle Note sur les secousses de tremblements de terre. (Extrait.)

« Lorsque de fortes secousses se succèdent dans l'espace de quelques heures, la tension électrique de l'air augmente sensiblement à l'instant où le sol est le plus agité. »

M. D. Silow soumet au jugement de l'Académie une Communication relative à l'aérostation.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. E. Fontaneau demande et obtient l'autorisation de retirer deux Mémoires qu'il a présentés sur la détermination des forces élastiques et sur la déformation et les mouvements intérieurs des corps élastiques.

La Communication de M. Ch. Moussette insérée dans le *Compte rendu* de la dernière séance, et la photographie des lueurs crépusculaires qui l'accompagnait, avaient été présentées à l'Académie par M. *Edm. Becquerel.*

La séance est levée à 5 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 janvier 1884.

L'homme et l'intelligence. Fragments de Physiologie et de Psychologie; par Ch. Richet. Paris, F. Alcan, 1884; in-8°.

Journal du Ciel. Notions populaires d'Astronomie pratique; par J. Vinot; 19e année. Paris, cour de Rohan, 1884; in-8°.

L'espion aérien; par W. de Fonvielle. Paris, Ch. Bayle, 1884; in-8°.

Société des Sciences médicales de Gannat. Compte rendu des travaux de l'année 1882-1883. Paris, A. Delahaye et E. Lecrosnier, 1883; in-8°.

*Guide du planteur d'*Eucalyptus; *par* A. Certeux. Alger, A. Jourdan; Paris, Challamel, 1877; in-8°.

Le néflier du Japon; par A. Certeux. Alger, V. Aillaud, 1878; br. in-8°.

Histoire des Sciences mathématiques et physiques; par M. Max. Marie; t. II: *De Diophante à Viète;* t. III: *De Viète à Descartes.* Paris, Gauthier-Villars, 1883-1884; 2 vol. in-8°.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou, publié sous la rédaction du Dr Renard; année 1883, n° 2. Moscou, A. Lang, 1883; in-8°.

Bulletin de la Société des Amis des Sciences naturelles de Rouen; 2e série, 1883, 1er semestre. Rouen, L. Deshays, 1883; in-8°.

Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles 1884. Bruxelles, F. Hayez, 1883; in-18.

Du rôle du cœur dans le choléra; par E. Bernard (de Parthenay). Toulouse, imp. L. Hébrail, 1884; br. in-8°.

Réflexions sur des points de Météorologie; par M. le contre-amiral A. Mottez. Paris, Berger-Levrault, 1884; br. in-8°.

De l'utilisation comme énergie électrique de la force hydraulique perdue au barrage de Gileppe; par M. D. Tommasi. Paris, typogr. Collombon et Brulé, sans date; br. in-8°.

Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia, 1882; Part. I, II, III. Philadelphia, 1882; in-8°.

Proceedings of the american association for the advancement of science, thirty-first meeting held at Montreal, Canada, august 1882. Salem, 1883; in-8°. (Deux exemplaires.)

Proceedings of the Boston Society of natural History; vol. XXI, Part IV; vol. XXII, Part I. Boston, 1883; 2 vol. in-8°.

Bulletin of the philosophical Society of Washington; vol. IV. Washington, 1881; in-8°.

Maps and panoramas. Twelfth annual report of the United States geological and geographical Survey of the territories, 1878; in-8° relié.

Mathematical and physical papers; by G.-G. Stokes; vol. II. Cambridge, 1883; in-8° relié.

Twelfth annual report of the United States geological and geographical Survey of the territories: a Report of progress of the exploration in Wyoming and Idaho for the year 1878. In two parts; Part. I et II, *by* F.-V. Hayden. Washington, Government printing office, 1883; 2 vol. in-8° reliés.

Researches on the hexatomic compounds of cobalt. — Researches on the complex inorganic acids. — On complex inorganic acids. — On osmyl-ditetramin; by Wolcott Gibbs. Sans lieu ni date; 8 broch. in-8°. (*Proceedings of the american Academy of Arts and Sciences.*)

Beri-Beri; door Dr F. Schneider. Batavia, Ernst et C°, 1883; in-8°.

Nova acta Academiae Caesareae Leopoldino-Carolinae germanicae naturae Curiosorum; t. XLIV. Halle, E. Blochmann, 1883; in-4°.

Nunquam otiosus. Leopoldina. Amtliches Organ der Kaiserlichen Leopoldino-Carolinischen deutschen Akademie der Naturforscher; achtzehntes Heft, Jahrgang 1882. Halle, E. Blochmann, 1882; in-4°.

Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe; XLVI Band. Wien, 1883; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 21 janvier 1884.)

Page 133. Observations du 11 janvier, *au lieu de* 18s,96, *lisez* 18s,76.
» 5e ligne en remontant, *au lieu de* 16 décembre, *lisez* 16 janvier.
» 3e » » *au lieu de* occidental, *lisez* oriental.